

## SISTEMAS ERP

Martini, Fernando J.

# ÍNDICE

## Capítulo I: Introducción

- 1-¿Qué es un Sistema ERP?
- 2-El ambiente de los Sistemas ERP
- 3-El concepto de integración
- 4-El concepto de modularidad
- 5-¿Por qué el mercado se inclinó a la incorporación de los Sistemas ERP y no al desarrollo de aplicaciones a medida?
- 6-El mercado de los Sistemas ERP

## Capítulo II: Evolución de los Sistemas ERP

- 1-La década del 50
- 2-La década del 60
- 3-Las décadas del 70 y del 80
- 4-Una creencia errónea
- 5-Tres tecnologías fundamentales
  - 5.1-UNIX
  - 5.2-SQL
  - 5.3-Arquitectura cliente-servidor
- 6-La portabilidad
  - 6.1-A nivel del DBMS
  - 6.2-A nivel de las reglas de negocio
  - 6.3-La portabilidad del software en el cliente
- 7-La década de los 90
- 8-La evolución de los Sistemas ERP en la Argentina
- 9- Perspectiva de los Sistemas ERP

## Capítulo III: Los Sistemas ERP integran los procesos

- 1-De funciones a procesos
- 2-Funciones
- 3-Procesos
- 4-La fragmentación de los procesos
  - 4.1-Limitaciones técnicas
  - 4.2-Crecimiento en el tiempo

- 5-Los Sistemas ERP como integradores de funciones en procesos
- 6-Una base de datos común a toda la organización
- 7-El criterio del *best-of-breed*
- 7.1-Es contrario a los principios sistémicos
- 7.2-Gran complejidad de cada interfaz
- 7.3-Baja de la calidad y mayores costos
- 7.4-Se incentiva la propiedad sobre el sistema y la lucha entre proveedores
- 8-Software orientado a procesos
- 9-Mejores prácticas vs. buenas prácticas

#### **Capítulo IV: La magnitud de los Sistemas ERP**

- 1-Los Sistemas ERP en la era de la información
- 2-Elementos que conforman un Sistema ERP
- 2.1-Protocolo
- 2.2-Procedimiento
- 2.3-Producción de información para la toma de decisiones
- 2.4-Asistencia para tareas
- 2.5-Restricciones
- 3-Una solución de negocio

#### **Capítulo V: El ciclo de vida de los Sistemas ERP**

- 1-El ciclo de vida de los Sistemas ERP
- 2-El efecto mariposa
- 3-Las demoras en los sistemas
- 4-Derivaciones y beneficios de considerar al ciclo de vida de los Sistema ERP como recurrente.
- 4.1-Habilita un proceso de mejora continua
- 4.2-Se presta mayor atención a las nuevas versiones
- 4.3-Se sostiene la tensión creativa
- 4.4-Un error no es un fracaso
- 4.5-Se crea una función
- 4.6-Se obtiene mucha más flexibilidad al contexto
- 4.7-Se puede administrar la novedad
- 5-Diferentes procesos de retroalimentación

## **Capítulo VI: La etapa de selección - Conceptos fundamentales**

- 1-Importancia del problema**
- 2-El objetivo de la etapa de selección**
  - 2.1-Solución compartida**
  - 2.2-Restricciones que operan en la selección - El concepto de habilitación**
- 3-Las organizaciones son sistemas altamente complejos**
- 4-El modelo mental financiero**
  - 4.1-El valor aportado por los Sistemas ERP**
  - 4.2-¿Por qué se insiste en una visión financiera?**
  - 4.3-Los beneficios que aporta un Sistema ERP**

## **Capítulo VII: La etapa de selección - El proceso**

- 1-El proceso de selección**
- 2-De la formación de los grupos de selección**
  - 2.1-Quiénes deben intervenir en la selección**
    - 2.1.1-La tecnoestructura**
    - 2.1.2-El núcleo operativo**
    - 2.1.3-Conocimiento de procesos vs. conocimiento de funciones**
    - 2.1.4-Línea media**
    - 2.1.5-El staff de apoyo**
      - 2.1.5.1-Personal de IT**
      - 2.1.5.2-Personal de compras**
    - 2.1.6-La cumbre estratégica**
  - 2.2-El grupo de selección**
  - 2.3-El respeto a la autoridad**
- 3-Duración del proceso de selección**
- 4-Planificación de actividades**
- 5-Nombrar el gerente de proyecto**
- 6-Designar un coach**
- 7-Buscar las prácticas poco comunes**
  - 7.1-El tipo de industria o servicio**
  - 7.2-Las normatividades de los distintos gobiernos**
  - 7.3-Los procesos de integración vertical y horizontal**
- 8-Detectar los problemas**
  - 8.1-Análisis estático**

- 8.2-Análisis dinámico**
- 8.2.1-Los ladrillos del pensamiento sistémico**
- 8.2.2-Los arquetipos sistémicos**
- 9-Detectar oportunidades**
- 9.1-Brainstorming**
- 9.2-Benchmarking**
- 10-Conformar el grupo de detalle**
- 11-Buscar productos**
- 12-Confeccionar el RFP**
- 13-Estimar costos**
- 14-Primer nivel de análisis y preselección de productos**
- 15-Jerarquía del modelo AHP para la preselección**
- 16-Segundo nivel de análisis y selección final**
- 17-Las demostraciones**
- 18-Elaboración del dictamen final**

## **Capítulo VIII: La etapa de diseño estratégico**

- 1-Objetivos de la etapa de diseño**
- 2-Planificación de la primera etapa de diseño**
- 3-Detección de problemas**
- 4-Selección de los problemas**
- 4.1-La teoría de las restricciones**
- 4.2-Los puntos de apalancamiento**
- 4.3-Dosificación de la novedad**
- 4.4-Vincular los problemas con los procesos**
- 4.5-Establecer los alcances**
- 4.5.1-No perder de vista los procesos**
- 4.5.2-Elegir bien las funciones a implementar y establecer correctamente los alcances**
- 5-Preparación del presupuesto**
- 6-Designación del comité de dirección**
- 6.1-Gerentes responsables de las áreas involucradas**
- 6.2-Gerente de proyectos**
- 6.3-Gerente de sistemas**
- 6.4-Consultor**
- 6.5-Usuarios clave**
- 6.6-El coach**

## **7-Forma de trabajo del comité de dirección**

### **Capítulo IX: La etapa de diseño operativo**

**1-Actividades de la etapa de diseño operativo**

**2-Contratación de la consultoría**

**3-Relación de la empresa con la consultora**

**4-Designación del equipo de diseño**

**4.1-Gerente de proyectos**

**4.2-Representante de IT**

**4.3-Usuarios clave**

**4.4-Consultores**

**5-Definir y gestionar los requerimientos de tecnología informática e instalaciones físicas**

**6-Establecer indicadores**

**7-Capacitar al equipo de diseño**

**8-Reinterpretar el proceso**

**8.1-Funciones que se quieren migrar tal cual son y que el Sistema ERP no soporta naturalmente**

**8.1.1-Desnaturalizar la significación original de los datos**

**8.1.2-Cuando se requiere programación adicional**

**8.1.2.1-Modificar tablas del sistema**

**8.1.2.2-Agregar tablas al sistema**

**8.1.2.3-Extraer los datos a un nuevo módulo**

**9-Diseñar cada interfaz**

**9-1-Exportar los datos de un sistema a un archivo de intercambio de datos**

**9-2-Exportar los datos de un sistema e importarlos simultáneamente al otro**

**10-Problemas que acarrea una interfaz**

**11-Diseñar las necesidades adicionales de información**

### **Capítulo X: La puesta en marcha y el seguimiento**

**1-Estrategia para la puesta en marcha**

**1.1-¿En qué momento?**

**1.2-¿En qué lugar?**

**1.3-¿Se mantendrá un paralelo?**

- 2-Migración de datos: conversión y traspaso**
- 3-Depuración de datos**
- 4-Prueba**
- 5-Procedimientos de emergencia**
- 6-La capacitación**
  - 6.1-La capacitación para la implantación previa al start-up. Aspectos para tener en cuenta:**
  - 6.2-La capacitación a partir del start-up**
- 7-La percepción de los cambios**
- 8-El seguimiento**
- 9-Responsabilidad por el cumplimiento de esta etapa**
- 10-Verificar el cumplimiento de los objetivos trazados en el diseño y analizar el resultado de los indicadores**
- 11-Controlar que los elementos tecnológicos funcionen adecuadamente**
- 12-Verificar las interfaces**
- 13-Racionalizar los datos**
- 14-Efectuar ajustes al sistema para su adaptación a los cambios**
- 15-Recopilar información sobre los problemas no resueltos**
- 16-Benchmarking**
- 17-Contacto permanente con los proveedores del software**

**ANEXO A**

**ANEXO B**

## Capítulo I

### Introducción

#### 1-¿Qué es un Sistema ERP?

Antes de expresar una definición de lo que es un Sistema ERP, a continuación, se dará un ejemplo que permitirá comprender mucho mejor de qué trata este libro:

Desde su PC, un cliente instalado cómodamente en el living de su casa efectúa por intermedio de Internet la compra de una casa prefabricada, de acuerdo con los modelos y especificaciones establecidas por el fabricante. En esta misma operación, se fija la forma de pago y se estipula un determinado plazo de entrega. El departamento de ventas de la empresa Easy House (EH) dará vista del pedido del cliente, verificará en su computadora que se hayan acreditado los fondos del anticipo solicitado, emitirá la orden de fabricación que, desde luego, solo podrá realizarse si previamente está registrado el pedido y autorizada la venta. En función de las órdenes de fabricación y apoyados en la funcionalidad del Sistema ERP, más los beneficios de la comunicación vía Internet, se les enviarán a los proveedores de EH (maderas, sanitarios, cerámicas, etcétera) los pedidos de materiales correspondientes. A su vez, EH en su sector de fabricación, emitirá el apropiado plan de producción y se aprestará a recibir los materiales que los proveedores enviarán oportunamente. Una vez recibidos los materiales y registrada la operación en el sistema, se procederá, en función de la forma y plazo de pago acordados, a efectuar la operación de transferencia de fondos de EH a los proveedores. Simultáneamente a todas estas operaciones, se realizarán las registraciones contables necesarias y se producirán los informes programados a los niveles de jefaturas y de gerencias. A medida que la fabricación de la casa avance, se actualizarán los lotes de producción, que estarán acordes a las fórmulas preestablecidas. La registración organizada de las operaciones permitirá en cualquier momento establecer una prolija trazabilidad de los productos terminados. El departamento de logística estará preparado para que en el momento exacto en que la casa esté terminada se disponga de los recursos para su traslado e instalación. Cuando esta operación haya finalizado, se contabilizará la deuda pendiente del cliente y se le emitirá un mail reclamando su cobro. De la misma forma en que se registró el pedido, el cliente efectuará el pago de la deuda desde el living de su casa.



Un caso como el relatado o parecido resulta hoy en día poco común, pero sin duda alguna impensable en la época de los inicios de la computación. Tener una empresa con un sistema funcionando como lo sugiere el párrafo anterior, operando en múltiples ubicaciones geográficas y a gran escala, no es algo que lleve poco esfuerzo y cueste barato. Por el contrario, es posible que se invierta mucho dinero y años de esfuerzo para que al final no se obtenga ni siquiera algo parecido a lo que se pretende.

Para precisar qué son los Sistemas ERP, se dará una definición elaborada sobre una idea de José Esteves y Joan Pastor<sup>1</sup> y que dice:

Los Sistemas ERP son software, prefabricado e integrado, cuya finalidad es colaborar con los sistemas de información en las organizaciones, típicamente compuesto por un conjunto amplio de módulos estándar (abastecimiento, ventas, recursos humanos, finanzas, etc.) y que son susceptibles de ser adaptados a las necesidades específicas de cada cliente con mayor o menor limitación según cada caso.

A continuación se analizará detalladamente cada concepto:

- Prefabricado: esto da la idea de que el programa no ha sido desarrollado para una necesidad concreta de una determinada empresa, sino que está pensado para atender generalidades.
- Integrado: significa que los datos se comparten independientemente del área que los genera, evitando que los procesos se dividan en compartimentos estancos.
- Compuesto por un conjunto amplio módulos estándar: aquí lo importante es la noción de amplitud; es decir que un Sistema ERP es considerado como tal cuando cubre la mayoría de las operaciones del negocio. Aquí también es importante el concepto de estándar, que está unido al de prefabricación y que se opone al de desarrollo de software a la medida de la organización.

---

<sup>1</sup> José Esteves y Joan Pastor, *Towards the Unification of Critical Success Factors for ERP Implementations*, Universitat Politècnica de Catalunya.

- Su uso es susceptible de ser adaptado a las necesidades de cada cliente: si el software no tiene capacidades mínimas de adaptación a las diversas prácticas de negocio, jamás podrá comercializarse como un Sistema ERP.

## 2-El ambiente de los Sistemas ERP

Se debe tener siempre muy presente que para poder comprender los Sistemas ERP es necesario ser consciente de que estos sistemas están fuertemente impactados por el ambiente en el que se desenvuelven, y que a este ambiente lo constituyen las organizaciones.

A continuación se dará un ejemplo respecto de la influencia organizacional sobre los Sistemas ERP:

- Un gerente de sistemas de una importante empresa de productos alimenticios decía que la causa por la cual fracasaron en el proyecto de implementación del Sistema ERP fue la cultura organizacional. En esa empresa existía la idea de que los proyectos debían terminar en la fecha prevista y dentro del monto aprobado. Todos sentían allí que quien no cumpliera con estos preceptos, podía ser defenestrado; por lo tanto, no importaba cómo, había que terminar en fecha. Cuando algún error de cálculo con respecto a lo planeado aparecía, entonces había que ganar la batalla en el campo político y de la comunicación: los gerentes trataban de que lo superficial y visible funcionara, se presionaba a los niveles inferiores para que nadie dijera nada y así se desarrollaban cadenas de complicidad. Este gerente comentó que las interfaces perdían operaciones, que los informes se tenían que hacer manualmente, porque los que daba el sistema eran incompletos, que para alimentar los datos al sistema se tuvo que contratar gente ocultándola en el cumplimiento de otros roles, etcétera.

Esta actitud, bien descrita por Argyris y Schon<sup>2</sup>, responde a modelos de estrategias defensivas, que se activan en aquellas organizaciones en donde se considera al error como un crimen de lesa humanidad que debe ser castigado con toda firmeza. Por el

---

<sup>2</sup> Chris Argyris y Donald Schon: *Theory in Practice*, San Francisco, Jossey-Bass, 1974.

contrario, el error debería ser una de las fuentes más importantes de aprendizaje. Castigando a aquellas personas que cometen algún yerro, solo se gana que la gente los oculte y, al ocultarlos, se pierde la oportunidad de mejorar. Deming<sup>3</sup>, en su famoso libro *Calidad, productividad y competitividad*, enuncia 14 puntos como guía para superar la crisis de las empresas de EE. UU. durante los 80. En el octavo dice: «Se debe desechar el miedo, la gente no debe tener miedo de hacer preguntas, no debe tener miedo a mostrar y expresar sus errores».

No solo es de fundamental importancia la cultura de la organización, sino que también juegan un papel substancial: la tecnología, la legislación, los competidores, las prácticas de negocios del mercado, los clientes, los proveedores, etcétera.

### 3-El concepto de integración

Davenport<sup>4</sup> afirma que «una de las razones principales de emplear un SE (sistema ERP) radica en lograr la integración de los procesos y las funciones del negocio».

Stephen Harwood<sup>5</sup> asevera que «El sistema ERP puede, simplemente, ser descrito como un sistema integrado de información que sirve a todos los aspectos del negocio».

Marianne Bradford<sup>6</sup> escribe: «Con el objetivo de eliminar muchos, si no todos, los aislados almacenes de datos, un sistema ERP integra toda la información: las compras de la organización, los recursos humanos, la producción y las ventas que, posiblemente, anteriormente estaban contenidas en sistemas separados».

Grabot, Mayère y Bazet<sup>7</sup> definieron la integración como la creación de un flujo continuo de materiales, valores, información y decisiones a fin de reducir los residuos que son producto de múltiples interfaces entre actividades aisladas.

---

<sup>3</sup> W. Edwards Deming, *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*, Díaz de Santos, 1989.

<sup>4</sup> T.H. Davenport, *Misión crítica*, Oxford University Press, 2000.

<sup>5</sup> S. Harwood, *ERP the implementation cycle*, Computer Weekly, 2003.

<sup>6</sup> M. Bradford, *Modern ERP, Select, Implement & Use Today's Advanced Business Systems*, H&M Books, 2008.

<sup>7</sup> B. Grabot, A. Mayère e I. Bazet, *ERP Systems and Organisational Change: A Socio-technical Insight*, Springer, 2008.

El concepto de integración es el más presente en las definiciones de Sistemas ERP y básicamente se puede expresar como: la capacidad de un sistema de información de mantener una base de datos común a todos sus módulos (subsistemas), a la facultad de manejar reglas de negocios comunes a todos, a la existencia de tecnología de hardware y software parejas, y a la consistencia de los datos a lo largo de todos los procesos de negocios.

#### **4-El concepto de modularidad**

En O'Brien y Marakas<sup>8</sup> se puede leer: «El software ERP está compuesto por módulos integrados de aplicaciones». Esta aseveración da pie para establecer la diferencia entre el concepto de integrado y el de modular. En principio, es importante destacar que la integración tiene que ver con los procesos de negocios y la modularidad con las funciones previstas por el sistema. Más adelante, en este libro, se desarrollarán con detenimiento las diferencias entre procesos y funciones.

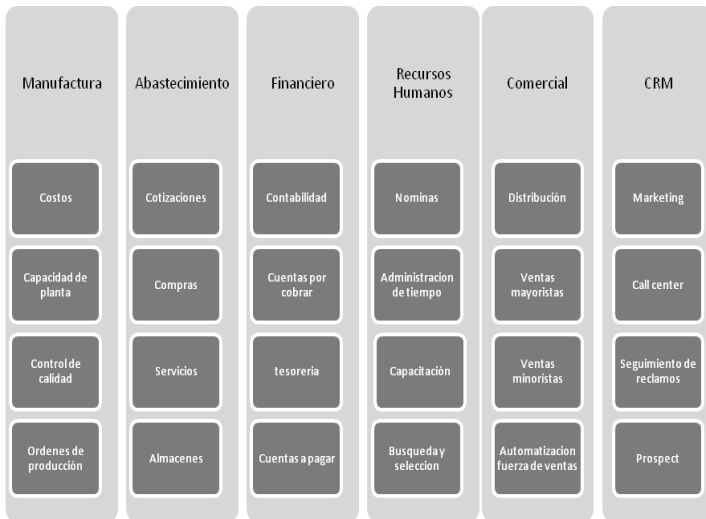
Fundamentalmente, la modularidad tiene por objetivo facilitar el ensamble de los componentes, su reparación o posible reemplazo. Es la descomposición de un sistema en subsistemas (módulos).

En la misma página, O'Brien y Marakas dicen: «Los módulos son relativos a funciones específicas de la organización». La separación por funciones es la más adecuada para subdividir un sistema de información en subsistemas. La separación por procesos aún no es viable. La modularidad de los Sistemas ERP es, esencialmente, una necesidad de diseño para que pueda ser factible su implementación por etapas y su convivencia con otros sistemas. Para ejemplificar, se pueden mencionar los siguientes módulos de un Sistema ERP:

---

<sup>8</sup>

J. O'Brien y G. Marakas, *Sistemas de información gerencial séptima edición*, Mc Graw Hill, 2006.



La mayor dificultad que enfrenta una empresa desarrolladora de Sistemas ERP es lograr que el sistema diseñado sea lo suficientemente modular y, a su vez, mantenerse integrado. Un sistema desintegrado seguramente será muy modular, como también, un sistema muy integrado difícilmente será muy modular. A modo de ejemplo, y tomando la modularidad descrita anteriormente, se selecciona el módulo de Manufactura y el de Abastecimiento. Normalmente, el módulo de Abastecimiento trae la funcionalidad de gestionar el stock de materias primas. Suponiendo que no se quiere implementar dicho módulo y que se pretende implementar el módulo de Manufactura para manejar los costos, los consumos y los productos en proceso, ¿podrá el módulo de Manufactura funcionar sin el stock de materias primas?

### **5-¿Por qué el mercado se inclino a la incorporación de los Sistemas ERP y no al desarrollo de aplicaciones a medida?**

Cuando transcurrían los años 90, fue cuando se produjo un brusco cambio en las preferencias del management. Estos dejaron de tener preferencias por desarrollar sistemas de información a medida y pensaron que era mejor adquirir sistemas listos para usar. Así es como en esos años creció vertiginosamente la venta de Sistemas ERP. A continuación, se describirá algunas de las causas que lo generaron.

- **Necesidad de velocidad de respuesta** - Los bruscos cambios de la década provocaron en los hombres de empresas la necesidad de dar respuestas rápidas a los problemas. El crecimiento de las comunicaciones permitió manejar negocios a escala mundial. La tecnología de la computación permitió desarrollar productos y servicios a mayor velocidad y de mejor calidad. La alta competencia se impuso en todo los mercados. Ante esta situación, los tiempos de los negocios no se correspondían con los tiempos de los desarrollos.
  
- **Desconfianza en los resultados del desarrollo** - El proceso del desarrollo a medida implica la realización de herramientas de gestión (sistemas de información) acorde a los requerimientos de los usuarios. Estas herramientas son desarrollada por profesionales informáticos que primero deben interpretar los requerimientos, luego transformarlos en código de máquina y, por último, enseñarles a los usuarios a utilizar los productos concebidos. El diálogo entre usuarios e informáticos es un tema complejo. Las herramientas de modelización que permitan un adecuado diálogo, donde usuario e informáticos se entiendan mutuamente son, como mínimo, confusos, y por ende, los resultados no siempre son los esperados.
  
- **Grandes demoras en los proyectos de desarrollo** - Dice Edward Yourdon<sup>9</sup> (uno de los más distinguidos analistas de sistemas a escala mundial en aquellos años): «Tal vez el problema más visible al que se enfrenta actualmente la profesión de desarrollo de sistemas sea el de la productividad. La sociedad y los negocios modernos parecen exigir cada vez más, más sistemas, más complejidad y todo más rápido. El analista se enfrentará al retraso en los nuevos sistemas que se necesitan desarrollar y al tiempo que se requiere para construir un sistema individual nuevo».

Una investigación realizada por Robert Alloway y Judith Quillar<sup>10</sup>, de la escuela Sloan del MIT, reveló que el retraso invisible era típicamente 5,35

---

<sup>9</sup> Edward Yourdon, *Análisis estructurado moderno*, Prentice Hall, 1989.

<sup>10</sup> Robert Alloway y Judith Quillard, *User Manager's Systems Needs*, CISR Working Paper 86. Cambridge Mass.: MIT Sloan School for Information Systems Research, 1982.

veces mayor que el retraso visible de los nuevos sistemas. El retraso invisible refiere a la demora en el desarrollo de nuevos sistemas que los usuarios no solicitan oficialmente porque aún están aguardando que se terminen los proyectos en desarrollo retrasados (retraso visible).

Para tener una idea de los tiempos reales de los retrasos visibles, se puede considerar el estudio realizado por Caper Jones<sup>11</sup> que, en una encuesta de aproximadamente 200 grandes organizaciones de EE. UU., encontró que el promedio de los proyectos se demoraban un año y se excedían en un 100% del presupuesto original.

Esta problemática de los desarrollos a medida es también compartida por el desarrollo de los Sistemas ERP, pero son problemas de producción de las software-house que sus clientes jamás conocen, salvo cuando las desarrolladoras (en el afán de vender) cometen la imprudencia de prometer funcionalidades para determinadas fechas que, en general, no se cumplen.

- **Los errores de los desarrollos terminados** - En el estudio mencionado, Capers Jones expone que el software desarrollado en EE. UU. presentaba entre 3 y 5 errores por cada 100 instrucciones, una vez probado y puesto en funcionamiento. Esta situación se volvía insostenible en los desarrollos in-house. Para los usuarios, los problemas eran derivados de la incapacidad de los desarrolladores y esto los inducía a pensar en que algo hecho fuera de la organización sería mucho mejor.

En realidad, los desarrollos de los Sistemas ERP de hoy en día también tienen un alto porcentaje de errores, pero su depuración y corrección es mucho más rápida porque el sistema es usado en numerosas organizaciones simultáneamente, cosa que no ocurre con un desarrollo a medida (Ver Figura 1).

---

<sup>11</sup> T. Capers Jones, *Programming Productivity*, McGraw-Hill, 1986.

## Proceso de corrección de errores

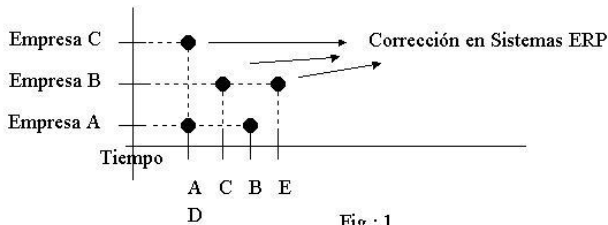
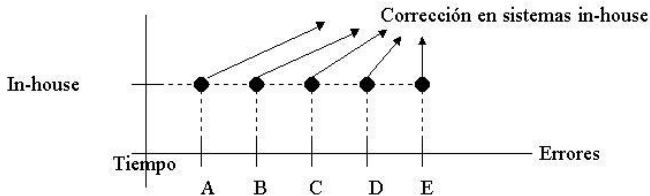


Fig.: 1

Según Yourdon, un programador tiene solo el 50% de probabilidades de corregir con éxito un error de codificación y este promedio se reduce bruscamente si el programador debe modificar más de 10 instrucciones. En los años 80, entre el 50% y el 80% del trabajo que se hacía en los departamentos de sistemas se relacionaba con la revisión, modificación o corrección de errores.

- **A la medida de los usuarios y no de las organizaciones** - Los desarrollos a medida se construían atendiendo más a las necesidades de los usuarios que las de la organización. En esta práctica errónea, los analistas de sistemas han tenido una gran responsabilidad. Edward Yourdon dice sobre el usuario: «El participante más importante en el juego de los sistemas es alguien que el analista conoce como usuario. El usuario es aquel (o aquellos) para quien se construye el sistema. Es la persona a la que tendrá que entrevistar, a menudo con gran detalle, a fin de conocer las características que deberá tener el nuevo sistema para poder tener éxito». Y agrega: «El usuario es el CLIENTE y, como en muchas otras profesiones, el cliente siempre tiene la razón; sin importar lo exigente, desagradable o irracional que pueda parecer».



La sumisión incondicional a los deseos del usuario ha sido uno de los mayores errores cometidos por los analistas de sistemas. El cliente es la organización para la que se trabaja y la responsabilidad ineludible de los analistas de sistemas debe ser la de cuidar la continuidad de las organizaciones y la salud de las mismas. Si las demandas del usuario pueden afectar a la organización, hay que buscar la solución del problema, a pesar del riesgo que se corre en su búsqueda. Dice Peter Drucker<sup>12</sup> respecto a las responsabilidades del management: «El profesional debe tener autonomía. No puede ser controlado, supervisado o dirigido por el cliente. Debe ser independiente, sabiendo que a su conocimiento y a su juicio le ha sido entregado el poder de decisión. Pero el fundamento de su autonomía, su razón de ser, es que se ve a sí mismo comprometido con el interés público».

Una de las consecuencias de atender desmedidamente los pedidos de los usuarios fue que cuando el usuario que trabajaba en el desarrollo del sistema cambiaba, el sistema automáticamente perdía vigencia. El nuevo usuario advertía la existencia de un sistema a la medida de su antecesor y al poco tiempo de ejercer sus funciones solicitaba bruscos cambios.

La alta dirección no permanecía ajena a esta mala praxis de los analistas de sistemas (también facilitada por usuarios que pensaban más en ellos mismos que en la organización) y sufría los constantes reclamos de los nuevos usuarios. Los Sistemas ERP aparecieron como una buena opción para finalizar con este conflicto constante. Como dice su definición, «los Sistemas ERP son estándar»; por lo tanto, no atienden particularidades o caprichos de los usuarios.

El management de los años 90 percibía que los sistemas encargados se demoraban más de lo previsto, que el producto entregado tenía miles de errores (*bugs*), que tampoco podían tener la certeza de saber que lo que el analista desarrollaba era lo que la organización medianamente esperaba y, para colmo, cada mes el costo de

---

<sup>12</sup> Peter Drucker, *Escritos fundamentales Tomo 2*, Editorial Sudamericana, 2002.

personal para mantener los sistemas desarrollados aumentaba. Ante este panorama, no parece descabellado que el management haya preferido comprar sistemas ya desarrollados y adaptarse a sus limitaciones, antes que encarar desarrollos a medida.

## **6-El mercado de los Sistemas ERP**

El mercado de los Sistemas ERP se suele analizar en tres segmentos:

- Segmento de pequeñas empresas (más de 100 empleados).
- Segmento de medianas empresas (entre 30 y 100 empleados).
- Segmento de pequeñas empresas (menos de 30 empleados).

Entre los Sistemas ERP que existen en el mercado, se pueden encontrar algunos que son capaces de adaptarse a muchas y diversas prácticas de negocios, y otros con adaptabilidad más limitada. En general, los que tienen adaptabilidad más limitada se especializan en algún nicho de negocio, como: banca o salud, o bebidas, etcétera. También existen Sistemas ERP con capacidad de ser utilizados en diversos países (a esto se lo llama regionalización) y otros que se concentran en una determinada región. Por lo tanto, existen empresas que por ser globales tienden a requerir Sistemas ERP muy globalizados; también, existen empresas que por comercializar gran variedad de productos y servicios tienden a preferir un Sistema ERP con mucha capacidad de adaptabilidad a las diferentes prácticas de negocio; mientras que otras muy regionalizadas y especializadas pueden requerir un producto específico para la región y el nicho de negocio. El problema que existe para poder entender el mercado de Sistemas ERP es que esta categorización de empresas (en función a la variabilidad de sus prácticas de negocio combinadas con su extensión territorial) es muy compleja de realizar. Por lo tanto, una forma de simplificar el análisis es por la cantidad de empleados, suponiendo que las que utilizan más empleados requieren de Sistemas ERP con más variabilidad de prácticas y más necesidad de cobertura geográfica.

Según una encuesta realizada por la empresa Panoramic Consulting Group en el año 2009 sobre un total de 1600 empresas globales, los resultados obtenidos fueron:

➤ Posicionamiento de productos por cantidad de empleados.

Más de 100 empleados	Entre 30 y 100 empleados	Menos de 30 empleados
<ul style="list-style-type: none"><li>• SAP</li><li>• Oracle</li><li>• Oracle e Business Suite</li><li>• Oracle JD edwards</li><li>• Oracle Peoplesoft</li><li>• Microsoft Dynamics</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Epicor</li><li>• Sage</li><li>• Infor</li><li>• IFS</li><li>• QAD</li><li>• Lawson</li><li>• CDC</li><li>• Sofrware</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ABAS</li><li>• Activant Solutions</li><li>• Inc.</li><li>• Bowen and Groves</li><li>• Compiere</li><li>• Exact</li><li>• NetSuite</li><li>• Visibility</li><li>• CGS</li><li>• Hansa World</li><li>• Consona</li><li>• Syspro</li></ul>

Como se puede ver, el segmento de más de 100 empleados está muy concentrado en pocas empresas y en los otros dos segmentos la variedad empieza a ser notable. El lector debe tener en cuenta que se trata de empresas globales. Cuando se analiza el mercado a niveles locales o de países, surgen muchos otros productos de carácter regional.

En el mercado argentino, se destaca la presencia de los siguientes proveedores de Sistemas ERP: Ardison, Bejerman, Buenos Aires Software, Calipso, Epicor, Intec Software, MS Dynamic, Neuralsoft, Oracle, Ryaco, SAP, Softland, Tango, TOTVS, Waldbott Software, etcétera.

La gran mayoría de las empresas presentes en la Argentina tienen muy poca presencia en empresas globalizadas.

## Capítulo II

### Evolución de los Sistemas ERP

#### 1-La década del 50

En los años 50, comenzaron a comercializarse las primeras computadoras: la Remington Rand lanzó la UNIVAC I al mercado con gran éxito y muy pronto IBM salió a competir con su famosa IBM 650. En esta primera etapa, el desarrollo del software estuvo a cargo de los proveedores de hardware; nadie pensaba en la posibilidad de que el software pudiera constituirse en un producto independiente. El ámbito de aplicación era exclusivamente científico o de ingeniería. La utilización de la computadora para soluciones de negocio era inexistente. En 1959 se creó la empresa Applied Data Research (ADR) que prestaba servicios de programación. ADR disponía de equipos de programadores que, bajo contrato, se ponían a disponibilidad de alguna empresa, generalmente para adaptar programas suministrados por las casas de ventas de hardware. Este tipo de organizaciones pueden considerarse las antecesoras de las actuales software-house, denominación que se les dio a las empresas de la industria del software.

#### 2-La década del 60

En mayo de 1959, el gobierno de EE. UU. organizó una comisión integrada por empresas privadas, fabricantes de computadoras y representantes gubernamentales a la que denominó CODASYL (*Conference On Data Systems Languages*). El objetivo era desarrollar un lenguaje de programación con dos características fundamentales:

- Que los programas resultantes pudiesen ser ejecutados independientemente del tipo de hardware.
- Que estuviese orientado al desarrollo de aplicaciones comerciales.

Esta comisión crea el lenguaje COBOL (*Common Business Oriented Language*), que dio sus primeros pasos en el año 1960. Por su sencillez y su orientación al negocio, COBOL fue adoptado por todos los fabricantes de computadoras. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por CODASYL, no se logró un lenguaje común a

todas las máquinas. Un programa COBOL para una marca no podía traspasarse a otra sin un gran trabajo de corrección. Estas adaptaciones significaban muchas horas/hombre de programadores para reescribir los programas. Cada empresa de hardware desarrolló su propio lenguaje COBOL que fue utilizado, incluso, como una propuesta diferenciadora. A pesar de todo, es indudable que COBOL fue, no con poco éxito, el primer lenguaje que permitió la utilización de la computadora en aplicaciones comerciales.

Si bien los años 60 estuvieron signados por el desarrollo de aplicaciones de negocio para empresas comerciales, su construcción continuó a cargo de los fabricantes de hardware. Para su adaptación a cada organización, las empresas debieron dedicar un gran esfuerzo de reprogramación.

Las aplicaciones de negocios predominantes fueron:

- Contables (diario, subdiarios, cuentas corrientes, mayor y balance).
- Gestión de inventarios.
- Liquidación de sueldos y jornales.

Los proveedores de hardware entregaban, junto con la compra de la computadora, librerías de software gratis, ya que los costos del hardware eran tan grandes que minimizaban cualquier posible negocio de software.

A modo de anécdota, es interesante destacar que la primera patente de software fue otorgada a ADR en 1965 por un programa que se denominó Sorting System y que, en definitiva, ADR nunca llegó a comercializar. La segunda patente fue concedida también a ADR en 1970, por su producto denominado Autoflow, un documentador de sistemas que generaba como salida un flow chart. Para fines de los 60, ya existían algunas empresas dedicadas únicamente a la comercialización de software. Básicamente, producían programas de los denominados utilitarios.

### **3-Las décadas del 70 y del 80**

Las librerías de software gratuito que proveían las empresas vendedoras de hardware seguían creciendo en importancia hasta que un juicio, iniciado por ADR contra IBM por monopolizar la industria del software, obligó a un brusco cambio en el mercado. En 1970, IBM anunció que ya no entregaría más las librerías de software gratuitos, excepto los sistemas operativos.

En esas décadas, se produjo la gran explosión de las software-house. En 1967, y según Software History Center<sup>13</sup>, la empresa International Computer Programs Inc. (ICP) publicó el primer catálogo de productos de software. Para el año 1971, este reconocía que veintinueve empresas habían vendido software por valor de más de un millón de dólares en el año. En 1976, esta misma lista contenía más de 100 productos que pertenecían a 64 software-house: 52 productos habían superado los 5 millones de dólares, 15 habían pasado los 10 millones, 4 los 20 millones. El que se destacó por sus ventas fue el producto TOTAL, un programa de administración de base de datos desarrollado por la empresa Cincom, que generó ventas por un valor mayor a 50 millones de dólares.

En 1971, Luanne Johnson fundó Argonaut Information System, para vender sistemas de remuneraciones y contabilidad. Así se convirtió en la primera software-house de productos para negocios. Por otra parte, Sandra Kutzig creó Ask Computer Systems e introdujo el primer MRP (*Material Requirements Planning*, que en español es: Planeamiento de requerimiento de materiales) multiusuario.

En 1972, fue fundada SAP, la empresa pionera en la industria de los Sistemas ERP. Ese año también nacieron J.D. Edwards y Oracle, pero esta última se lanzaría a la industria de los Sistemas ERP muchos años después. En 1978, aparece Baan, conformándose ya en esa década cuatro de las cinco grandes pioneras en ventas de Sistemas ERP. La quinta es PeopleSoft, que saldría al ruedo recién en 1987. Estas cinco empresas liderarían el mercado de Sistemas ERP durante las décadas de los 80 y los 90.

En esas décadas, la expansión de las software-house fue incesante. En 1986, SAP ya estaba en los 100 millones de dólares de ventas anuales y, en 1989, superaba los 1000 empleados.

#### **4-Una creencia errónea**

Numerosos documentos sobre Sistemas ERP afirman que estos sistemas son la

---

<sup>13</sup> Software History Center, [www.softwarehistory.org](http://www.softwarehistory.org), 2002.

evolución de los sistemas MRP que datan de la época de la Segunda Guerra Mundial. El ejército de EE. UU. creó este tipo de software para ayudar a gestionar el aprovisionamiento de materiales en el frente de batalla. Estos son los que, mejorados, a partir de los años 70, se comercializaron como productos para gestión de materiales en la industria. Los MRP ayudaron a la reducción de inventarios, en función del planeamiento de insumos, sobre la base de la demanda real. En los 80, evolucionaron hacia el concepto de MRP II, donde ya el acrónimo cambió su significado por el de *Manufacturing Resource Planning* (Planeamiento de recursos de manufactura). La gran diferencia radicó en que este último incluyó, en la planificación de la producción, la capacidad de manufactura.

No cabe duda de que los sistemas MRP son parte de los actuales Sistemas ERP, pero ninguno de los más importantes proveedores de Sistemas ERP comenzaron vendiendo sistemas MRP. PeopleSoft (hoy adquirida por Oracle) se inició en la venta de software para la gestión de los recursos humanos, J.D. Edwards (hoy adquirida por Oracle), Baan (hoy adquirida por Infor) y Oracle se iniciaron vendiendo software para la gestión financiera. De modo que los actuales Sistemas ERP no pueden considerarse la ampliación de los primitivos MRP.

## **5-Tres tecnologías fundamentales**

Antes de entrar en la década de los 90, se debe conocer qué ha significado UNIX, SQL y la arquitectura cliente-servidor en la computación electrónica.

### **5.1-UNIX**

Desde los inicios de la computación hasta fines de los 80, los sistemas operativos de las computadoras eran desarrollados por las mismas casas que fabricaban el hardware y diseñados especialmente para una determinada computadora. Nunca se daba a conocer al mercado cómo era que estaban contruidos, secreto celosamente guardado y cuidado por las empresas de hardware porque:

- Vender hardware y software como una sola cosa permitía una mayor capacidad diferenciadora.
- Ninguna de las empresas quería cederle a otra el esfuerzo de su propio trabajo.

Como consecuencia de esta fuerte unión entre hardware y sistema operativo, quienes desarrollaban software de aplicación estaban prácticamente forzados a

hacerlo exclusivamente para un determinado tipo de máquina. Ya se ha explicado que COBOL fue un intento de desarrollar un lenguaje común para cualquier hardware y no lo logró. Precisamente, las particularidades de cada sistema operativo constituyeron uno de los impedimentos principales. A las software-house les resultaba poco menos que imposible desarrollar las aplicaciones para equipos distintos, lo que en definitiva reducía el mercado al cual podían dedicarse. Por otro lado, no hay que olvidarse de que IBM tenía una enorme participación en el mercado de hardware, por lo que, en general, las empresas desarrolladoras de aplicativos solo lo hacían en ese nicho. Las otras marcas de hardware casi no contaban con software de aplicación, ya que el mercado era poco significativo frente a un costo de producción muy elevado. Tal es así que las dos primeras empresas grandes que surgieron en el mercado de Sistemas ERP, SAP y J.D. Edwards, se desarrollaron en el mercado de IBM; la primera, para mainframe (equipos centrales para soportar gran cantidad de usuarios) y la segunda para minicomputadoras (equipos departamentales). UNIX es un sistema operativo con marca registrada por AT&T que surgió de un proyecto de investigación iniciado en 1965 desde la división Bell Labs de esa misma compañía. El proyecto, al que se denominó MULTICS, tenía como objetivo desarrollar un nuevo sistema operativo para lograr gran potencialidad de cálculo y almacenamiento. Este proyecto generó interesantes resultados, pero Bell le fue quitando esfuerzo al no lograr obtener un producto final estable para comercializar. En 1974, AT&T decide entregar lo que hasta ese momento se había desarrollado a varias universidades de EE. UU. para su investigación. Esta determinación implicó difundir todos los secretos entregando el código fuente de los programas. Este sistema operativo fue ampliamente divulgado entre los estudiantes. Era la primera vez que los alumnos de las universidades contaban con un sistema operativo que podía ser ejecutado en sus computadoras y con los detalles de cada una de sus instrucciones.

Los estudiantes hicieron innumerables aportes, generando un sólido y robusto sistema operativo. En 1977, cuando AT&T descubrió las bondades de este sistema operativo ampliado, decidió patentarlo con el nombre de UNIX. Ya era tarde, pues el sistema estaba a disposición del todo el mundo. Con algunas variantes, fue adoptado por todas las casas de hardware como sistema operativo para sus equipos. Así, Hewlett Packard desarrolló su propio UNIX, al que denominó HP-UX; IBM desarrolló el suyo, al que llamó AIX; SUN lo denominó Solaris, etcétera.

A partir de la difusión de este sistema operativo, la desvinculación entre hardware y sistema operativo fue irreversible. La difusión de UNIX fue de gran beneficio para las



empresas productoras de software de aplicaciones. Estas casas desarrollaron aplicativos que podían ser ejecutados en variadas instalaciones UNIX. A este nuevo ambiente tecnológico, se lo denominó de sistemas abiertos, en contraposición a los sistemas cerrados o propietarios, que son los que mantienen una estrecha unión entre sistema operativo y hardware.

## 5.2-SQL

SQL nació en 1975, en el marco de un proyecto de investigación de IBM denominado System/R, cuyo objetivo era demostrar la operabilidad de un DBMS relacional. El proyecto System/R incluía el desarrollo de un lenguaje de consulta para este tipo de DBMS. El lenguaje resultante se denominó SEQUEL, un acrónimo de *Structured English Query Language* (Lenguaje Estructurado de Consultas en Inglés). Posteriormente, con la primera implementación experimental de este tipo de DBMS, se renombró bajo el acrónimo de SQL o *Structured Query Language* (Lenguaje Estructurado de Consultas). El proyecto, que había sido publicado en una revista científica de EE. UU., interesó a un grupo de ingenieros de Menlo Park, California, quienes en 1977 formaron una compañía llamada Relational Software Inc. para construir un DBMS relacional basado en SQL. El producto logrado se denominó Oracle y en 1979 se comenzó a comercializar adelantándose dos años a la finalización del trabajo de System/R de IBM. Relational Software Inc., hoy renombrada como Oracle Corporation, es actualmente la número uno en ventas de DBMS. SQL recibió el gran espaldarazo cuando en 1986 se publicó el estándar ANSI/ISO, ya no solo como un lenguaje de consulta, sino también de actualización de datos. De esta forma, los DBMS con lenguaje SQL comenzaron a adquirir una gran popularidad que se sumó a la fama alcanzada por el sistema operativo UNIX. Sobre la plataforma UNIX, se instalaron la gran mayoría de los DBMS basados en SQL. Así se generó una fuerte alianza entre UNIX y SQL que revolucionó el mercado informático.

## 5.3-Arquitectura cliente-servidor

Durante fines de los 80, una nueva forma de procesamiento, a la que se denominó arquitectura cliente-servidor, comenzó a difundirse entre los desarrolladores de aplicaciones. Los antecedentes que llevaron a pensar en esta nueva forma de trabajar fueron:

- La proliferación de computadoras personales.
- La amplia difusión de los DBMS basados en SQL.

- El gran desarrollo de las tecnologías de comunicaciones.

En general, todas las aplicaciones (y fundamentalmente las de negocios) se forman con tres tareas bien diferenciadas:

- La obtención y actualización de los datos desde y hacia un almacenamiento secundario (hard disk).
- La interacción con los usuarios (ingresar datos por pantalla, mostrar los resultados de una consulta, etcétera).
- Las «reglas de negocio», que son todo el resto de instrucciones que no tienen que ver con la interfaz usuario ni con la gestión de datos y que refiere a la problemática específica del negocio.

La arquitectura de procesamiento cliente-servidor se basa en la separación de estas tareas básicas entre distintos procesadores.

Aquí es necesario explayarse, pues sobre la arquitectura cliente-servidor se asientan los actuales Sistemas ERP. A la primera variante de esta arquitectura, se la denomina «de dos capas» y consiste en otorgar la función de la gestión de datos (DBMS) a una computadora, y el manejo de la interactividad con el usuario, junto con las reglas de negocio, a otra. A la primera función, se la llama servidor o *back-end*; y a la segunda, cliente o *front-end* (Ver Figura 2).

### Arquitectura cliente-servidor de dos capas

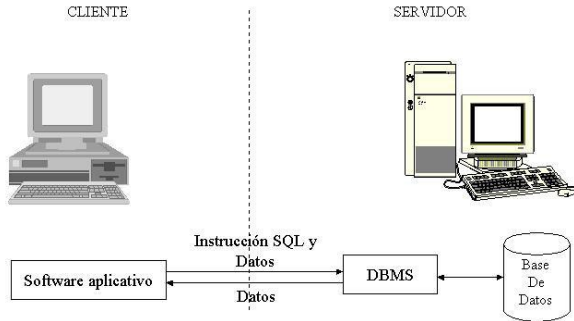


Figura 2

La arquitectura de dos capas es bastante ineficiente, ya que, si bien descarga el computador central de mucho procesamiento y lo deriva a los distintos clientes (tantos como usuarios de la aplicación hubiera), trae muchos inconvenientes a la actualización del software. Hay que trasladar cada modificación de programas a la PC de cada usuario. Además, la instalación de todo el aplicativo en cada PC obliga a tener una máquina poderosa en cada puesto de trabajo. Existe una metodología intermedia que consiste en poner toda la aplicación en un servicio de archivos en red (Ver Figura 3). En dicha modalidad, todos los clientes acceden a la aplicación por intermedio de la red desde un almacenamiento compartido. De esta forma, se alivia la tarea de actualización de programas, pero se aumenta la carga de trabajo de la red de datos.

## Arquitectura cliente-servidor de dos capas con la aplicación en servicios de red

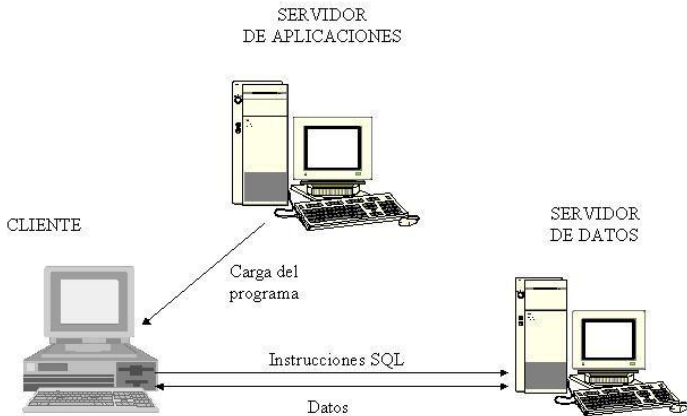


Figura 3

En la actualidad, esta tecnología es poco usada. De la arquitectura «de dos capas» se pasó a la «de tres capas», que consiste en separar las tareas en las tres funciones básicas anteriormente comentadas. La interfaz con el usuario es la que permanece en el cliente; las reglas de negocio se trasladan a un servidor, al que se denomina servidor de aplicaciones; y la tercera capa es la del DBMS, que se suele instalar en otro procesador al que se lo llama servidor de datos (Ver Figura 4).

### Arquitectura cliente-servidor de tres capas

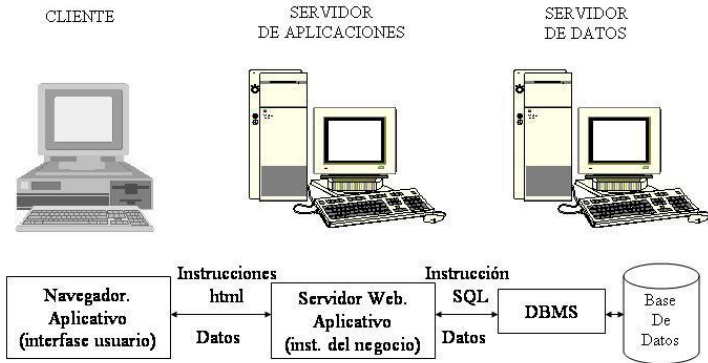


Figura 4

La arquitectura de tres capas evita los inconvenientes de la anterior, ya que, por un lado, centraliza las aplicaciones en un único equipo; y por otro, achica los requerimientos de los clientes (da lugar a lo que se denominan «clientes flacos»).

Así, los clientes necesitan poco más que un navegador de Internet y una simple conexión a un servidor Web, productos que en su gran mayoría adhieren a las normas diseñadas por el consorcio W3C. Este consorcio, formado por más de 500 organizaciones, tiene como objetivo principal mantener un estándar para el desarrollo de tecnología Web, sosteniendo el compromiso de la interoperabilidad y la independencia de las marcas proveedoras de software para Internet.

## 6-La portabilidad

La portabilidad es la capacidad del software de migrar de un tipo (marca o modelo) de hardware a otro sin grandes esfuerzos.

Resumiendo: en los inicios de la computación, el sistema operativo estaba estrechamente ligado al hardware. Los fabricantes de hardware creaban el sistema operativo para una determinada computadora (marca o modelo) que podía ser operada únicamente por ese software que tampoco servía para otra computadora. El software aplicativo, a su vez, estaba atado al sistema operativo. Por lo tanto, si una

casa de software producía, por ejemplo, un sistema contable, lo hacía para un determinado equipo con un determinado sistema operativo. Si la casa de software quería desarrollar comercialmente el sistema para otro equipo, estaba obligada a reescribir todos los programas casi por completo.

Al aparecer UNIX, la unión entre el sistema operativo y el hardware se hizo mucho más débil. Un aplicativo escrito para UNIX de un determinado equipo no requería de un gran esfuerzo de reescritura para ser ejecutado en otro. Esto aumentó la portabilidad de las aplicaciones y, por supuesto, las posibilidades comerciales del producto.

La aparición de los DBMS relacionales con el lenguaje SQL aumentó mucho más la portabilidad. A partir de ellos, el software aplicativo manejó un lenguaje estándar para la gestión de los datos.

Por último, la arquitectura cliente-servidor terminó por ampliar los límites de la portabilidad al permitir que los usuarios armaran la configuración de «aplicación - sistema operativos - hardware» más conveniente en cada una de las capas.

La portabilidad a nivel de cada capa de la arquitectura cliente-servidor actualmente se presenta de la siguiente forma:

### **6.1-A nivel del DBMS**

El proveedor de la aplicación ha dejado de preocuparse, en su software, por el manejo de los archivos (la gran diferencia entre los distintos sistemas operativos). Con respetar las instrucciones SQL ANSI/ISO, se asegura el buen funcionamiento en cualquier DBMS ANSI/ISO compatible. La portabilidad en cuanto a la gestión de datos pasó a ser un problema del proveedor del DBMS, quien es, en definitiva, el que tiene que adaptarse a cada sistema operativo.

### **6.2-A nivel de las reglas de negocio**

Esta capa debe acomodarse a cada sistema operativo. Hoy en día es común que las grandes casas de software ofrezcan sus programas con versiones para ser ejecutados en, por lo menos, Unix, Windows y Linux.

### 6.3-La portabilidad del software en el cliente

Está impactada por dos factores muy importantes:

- El estándar que se creó de facto, bajo la tecnología de la más grande de las corporaciones de venta de software –Microsoft– y su afamado sistema operativo Windows en sus múltiples versiones. Prácticamente no existe proveedor de software que no haya desarrollado un producto que no corra bajo el ambiente Windows.
- Los navegadores, también denominados *browsers*, son ejecutables en Windows, desde luego, pero también existen versiones para la mayoría de los sistemas operativos. En general, los navegadores trabajan con todas las instrucciones previstas por el consorcio W3C.

En la figura 5, se muestra algunas de las variantes en cuanto a la gran cantidad de posibilidades que se han abierto para la instalación de Sistemas ERP (pido disculpas a los proveedores omitidos). Esta variedad en la oferta no solo amplió enormemente el potencial mercado de cada proveedor de Sistemas ERP, sino que además bajó sustancialmente los costos del hardware y de los sistemas operativos con relación al software aplicativo.

## La portabilidad de las aplicaciones en cuanto a la gestión de los datos

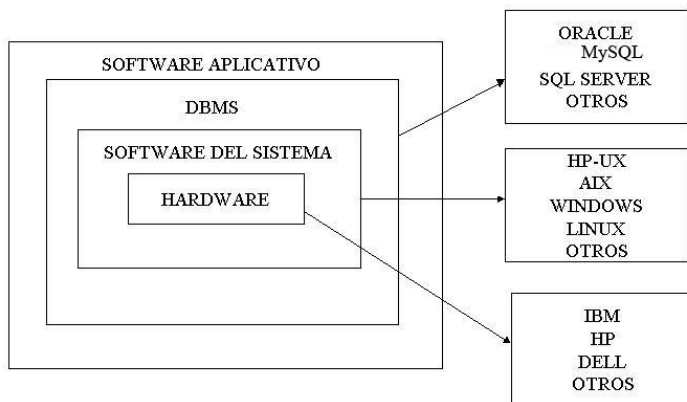


Figura 5

### 7-La década de los 90

La década de los 90 se caracterizó por grandes cambios para la industria y el comercio en general, producidos esencialmente por tres factores: económicos, sociales y tecnológicos.

Dentro de los factores económicos, hay que señalar una profundización de las políticas neoliberales impulsadas por los fuertes poderes económicos mundiales. Presionados por estos poderes, los países bajaron sus barreras arancelarias para permitir la entrada de productos manufacturados en los lugares más rentables del planeta. Como consecuencia de esta política, se borraron las fronteras entre las naciones que impedían a las empresas desarrollarse y competir en todo el mundo; por ende, los proveedores y clientes han dejado de ser locales para pasar a ser globales. Este proceso, conocido como globalización, obligó a que las empresas desarrollaran métodos y técnicas que les permitieran planear, organizar, dirigir y controlar las operaciones en todo el mundo.

La sociedad de esta década ya no se satisfacía con los productos y servicios baratos creados gracias a las bondades de la producción en serie. Las empresas se vieron obligadas a atender necesidades específicas del mercado y a diseñar productos y



servicios a la medida de los clientes. A partir de esta nueva perspectiva del cliente, ha aumentado fuertemente la oferta de productos, sumado a un notable acortamiento de su ciclo de vida. Así, en los 70 y 80, el ciclo de vida de un modelo de automóvil podía llegar a los diez años; en los 90 apenas llegaba a los tres. En los años 80, la cervecería Quilmes de la Argentina tenía algo más de 20 productos; a fines de los años 90, ya andaba por los 80 productos.

En lo tecnológico, se destaca un poderoso desarrollo de las comunicaciones; el crecimiento de la inversión privada en esta área, sobre todo en los países periféricos, generó nuevos y mejores servicios. Los cambios tecnológicos se hicieron evidentes en la industria. La tecnificación y robotización de los procesos industriales generaron un aumento de la productividad y de la calidad. Estos cambios fueron muy notables en la industria del hardware, lo que permitió bajar sustancialmente el costo y mejorar tremendamente las prestaciones. Una agenda electrónica de bolsillo de los 90 ya tenía más capacidad de memoria que las computadoras de los 50.

En los inicios de los años 90, ya estaban dadas las condiciones para la gran explosión de la venta de los Sistemas ERP. La portabilidad permitió que las software-house ampliasen las fronteras de sus mercados a un bajo costo y la baja de los precios de las computadoras minimizó los costos de inversión en hardware.

## **8-La evolución de los Sistemas ERP en la Argentina**

Si bien las primeras computadoras electrónicas comenzaron a utilizarse en el mundo en la década del 50, en la Argentina de los años 60 la computación estaba restringida a organismos públicos y a algunas empresas de servicios masivos, casi todas en manos del Estado. Al igual que en el resto del mundo, la venta de software estaba ligada a la venta del hardware que, como ya se ha descrito, se entregaba con librerías gratuitas de software, pues el costo del hardware era tan elevado que empujaba todo desarrollo de software. En otras palabras, el hardware estaba por encima del software en los planes de incorporación de tecnología aplicada al manejo de los sistemas de información.

Las empresas comerciales de la Argentina comenzaron a utilizar computadoras a principios de la década de los 70. Empresas como IBM, Burroughs, Sisteco, Proceda, Data Proceso y Bull, entre otras, empezaron a proveer equipos accesibles al mundo de las empresas privadas. En esta etapa, se destacan las ventas de los equipos mainframe IBM, S-34 (IBM), S-36 (IBM) y WANG-VS entre los más utilizados, todos

con sus sistemas operativos propietarios.

El disparador para la incorporación masiva de computadoras en el mercado empresario ocurrió en 1981, con la aparición de la PC IBM, con sistema operativo DOS que, poco a poco, se convirtió en el estándar de facto. Si bien ya existían equipos de este tipo lanzados por Radio Shack, Texas y Apple, entre otros, el equipo de IBM dio un golpe de impacto importantísimo en el mercado.

La mayoría de los emprendedores que se lanzaban al desarrollo de sistemas de información lo hacían de la mano de algún cliente que adquiriría un equipo Latindata, Texas, Sharp, Durango, Epson, Bull o decenas de otras marcas que se lanzaron al mercado. Todos esos equipos funcionaban, prácticamente, con sistemas operativos CPM, CPM86 o DOS. En general, el problema era que los proveedores entregaban los equipos con lenguajes Basic propietarios, muy específicos, lo cual encadenaba al programador y al cliente a la marca del hardware.

El gran elemento que movió a muchas empresas pequeñas a adquirir computadoras durante los 80 fue la inflación. Las compañías se enfrentaron a enormes problemas para mantener actualizados los precios de sus inventarios, que llegaban a modificarse hasta varias veces en un mismo día.

A mediados de los 80, con la popularización de las PC, nacieron los primeros proyectos de software estándar, fundamentalmente orientados a dar soluciones contables y de liquidación de sueldos y jornales; es decir, desarrollos o aplicaciones funcionales. Es de destacar que la mayoría de los players que aparecieron en el mercado local de desarrollo del software provenían del mundo de la PC, ya que esta herramienta no había sido considerada por las grandes empresas desarrolladoras internacionales.

El primero en lograr notoriedad de marca, por ese entonces, fue Sistemas Bejerman. Esta empresa fue fundada por Daniel Bejerman, un contador público que, sin capital ni mayor experiencia previa en empresas de tecnología y a partir de los equipos Radio Shack, comprendió el negocio del software y rápidamente logró comercializar exitosamente las primeras versiones de sus productos, con lo cual comenzó a estructurar un equipo profesional de programadores. Así fue como esa empresa se convirtió en líder argentino de la venta de software empresarial.

Este lugar de privilegio comenzó a ser disputado, en 1989, con la aparición de Axoft y

su producto emblema: Tango. Este emprendimiento, liderado por Pablo Gelbstein, se lanzó al mercado con una importante campaña publicitaria con eje en el diario *Ámbito Financiero*. Poco tiempo después, ya estaba instalado en la mente del público consumidor como la marca alternativa de software estándar.

A partir de la desintegración de la empresa Compucorp, se constituyeron dos equipos de programación que luego se transformarían en Keysoft, liderado por Luis Aguilar, y en Buenos Aires Software (BAS), comandado por Ruggero Teskievich. Keysoft consiguió socios capitalistas y se instaló durante más de un año en la ciudad paraguaya de Asunción, donde construyó su producto con éxito, y luego comenzó a comercializarlo en Buenos Aires.

Por su parte, Buenos Aires Software construyó una interesante estructura comercial y se inició una fuerte disputa por lo que en ese momento era el mercado medio de empresas. La pelea BAS-Keysoft continuaría fuertemente hasta principios de los 90.

Ambos productos lograron generar muy buen material de marketing, hasta ese momento escasísimo y solo reservado para empresas internacionales.

Un párrafo aparte merece dedicarse a la empresa argentina Intersoft, que en el año 1984 realizó la primera instalación sobre sistema operativo UNIX. Este fue un paso importante para lo que se denominarían «sistemas abiertos», en contraposición con los «sistemas propietarios», cuyo máximo referente era IBM. Por último, puede destacarse que Intersoft alumbró en 1987 Ideafix (la primera base de datos relacional argentina) que sería el soporte, para que en 1988, lanzara al mercado AURUS.

En 1991, surgió Stradivarius, empresa dirigida por Ricardo Delacroix. Y en 1993, apareció Calipso, liderada por Pablo Iacub y Sue Cxyz. Estos emprendimientos fueron muy exitosos en los 90 y sus productos se instalaron fuertemente en los segmentos de empresas medias que buscaban sistemas acordes a sus necesidades.

La resolución 3419 de la Dirección General Impositiva (DGI), puesta en vigencia el 1º de enero de 1992, cambió drásticamente el modo de gestionar las transacciones administrativas en la Argentina. Se impusieron restricciones formales referentes a formatos, numeración, y multiplicidad de tipos de factura por tipo de inscripción del destinatario, entre otras. Uno de los puntos de mayor conflicto refería a la obligación de utilizar formularios preimpresos y, en la gran mayoría de los casos,

prenumerados, lo que supuso una complicación logística de impresión enorme.

Esta resolución implicó, por una parte, tener que reescribir miles de líneas de código en muy poco tiempo, lo que en muchos casos dejó sin vacaciones de verano a los desarrolladores de sistemas de gestión; por otra parte, implicó mucha renovación de productos y complicó lanzamientos de Sistemas ERP internacionales, ya que se veían imposibilitados de realizar semejante trabajo de regionalización en tan corto lapso. Esta situación explica el por qué de los serios inconvenientes que tuvieron que afrontar los productos internacionales para adaptarse a la administración de un país como la Argentina.

Los productos internacionales aparecieron a fines de la década del 80. Los primeros utilizados con éxito fueron BPCS, Copix y Mapix (sobre equipos AS400 provistos por IBM) y Oracle Financials (distribuido por Oracle para funcionar con UNIX como sistema operativo).

A comienzos de los 90, lo que luego sería el Grupo ASSA, liderado por Roberto Wagmaister, comercializó J.D. Edwards, logrando en la Argentina la mejor participación de mercado. J.D. Edwards lideró el mercado hasta la aparición de SAP, que es el software de gestión más exitoso en la región y en el mundo.

Luego, decenas de productos internacionales llegaron a la Argentina, en general sin mayor éxito. Algunas de estas empresas invirtieron un capital interesante, pero la mayoría fueron aventuras de negocios. Recalaron productos como Scala, IFS, Marcam, Baltic, entre otros. Muchos de ellos permanecieron un tiempo y, a la vista de las dificultades de todo tipo o de alguna de las crisis recurrentes de la Argentina, partieron para no volver.

El fin de la convertibilidad cambió el escenario de modo dramático. Los productos internacionales tuvieron serios inconvenientes para mantener su operación local, ya que debían soportar costos dolarizados. Las ventas de licencias nuevas se redujeron enormemente, a pesar de que muchos proveedores ofrecían importantes descuentos sobre sus precios de lista en dólares, con el fin de compensar la devaluación y el encarecimiento para las firmas locales. No obstante, el empresariado nacional se volvió rápidamente muy resistente a asumir costos de mantenimiento ligados a monedas extranjeras. Este hecho generó una ventaja competitiva interesante para los productores nacionales.

Los Sistemas ERP nacionales tienen un desempeño más que aceptable y son una alternativa válida a los dos grandes proveedores de Sistemas ERP que, sin tener claro cómo, han comenzado a disputar el segmento de las empresas medianas y pequeñas (mercado altamente captado por las empresas nacionales).

## **9- Perspectiva de los Sistemas ERP**

Como se puede ver en su evolución histórica, los Sistemas ERP se fundamentan en:

- La existencia de tecnologías estándar.
- Las grandes dificultades que representa el desarrollo de software a medida.
- Las dificultades existentes para integrar sistemas de diferentes proveedores.

Por otro lado, existe una tendencia en las empresas globales a adquirir Sistemas ERP de proveedores globales, y en las empresas nacionales a adquirir Sistemas ERP de proveedores locales (dimensión geográfica). Como ya se vio, los proveedores globales son muy pocos, y por el contrario, los proveedores locales son muchos. También, ocurre que los proveedores de Sistemas ERP para grandes empresas (que en general son globales) se concentran en unos pocos candidatos, y por el contrario, para las pymes son muchos más (dimensión de tamaño). Además, entre los proveedores ERP, se observan aquellos que están especializados en soluciones específicas por ramo del negocio y proveedores de soluciones más generalistas (dimensión funcional).

De tal forma que el mercado de Sistemas ERP puede definirse por la conjunción de tres dimensiones:

- Geográfica.
- Tamaño.
- Funcional.

Por lo expuesto, la decisión estratégica de los proveedores de Sistemas ERP se debe centrar en qué lugar, entre las tres dimensiones, se posicionan. Parece muy difícil pensar que todo el espacio generado por estas tres dimensiones pueda cubrirse con similar éxito. Si bien, como se dijo, las empresas globales tienden a adquirir proveedores globales, es importante comprender que las organizaciones se

desarrollan dentro de dos dimensiones:

- La temporal (o histórica).
- La geográfica.

Es decir, que las organizaciones son muy diferentes en la relación espacial (geográfica), ya que su propia cultura y la cultura del contexto hacen que la misma organización se desarrolle de una determinada manera en un sitio y muy diferente en otro. Y también, se puede observar que una misma organización global, en cada sitio geográfico, evolucionan, en el tiempo, de muy diferente forma. Esta realidad complica en gran medida el desenvolvimiento de las empresas proveedoras de Sistemas ERP de posicionamiento global. Como se puede ver en la historia de la evolución de estos sistemas en la Argentina, otro aspecto que complica muchísimo a los proveedores globales son las leyes de cada país.

Todo lo observado obliga a los proveedores globales a mantener versiones de su software para cada país, para cada actividad de negocio y para las múltiples prácticas de los negocios acorde a las culturas empresariales y regionales.

## Capítulo III

### Los Sistemas ERP integran los procesos

#### 1-De funciones a procesos

En el año 1993, la disciplina de la administración recibió un gran shock producido por la aparición del libro de Hammer y Champy<sup>14</sup>, fundamentalmente porque cambió la forma de ver las organizaciones. Tan fuerte fue el impacto que obligó a replantear los sistemas de información y el rol que ellos debían cumplir en las empresas.

Para dichos autores, las organizaciones debían orientarse a los procesos y no a las funciones, como ocurría hasta ese momento. Pero para que se entienda esta tesis, primero se explicarán los conceptos de función y de proceso.

#### 2-Funciones

Según la explicación de Hammer y Champy, los negocios tenían un estilo de trabajo que derivaba del modelo organizacional de la fábrica de alfileres descrito por Adam Smith en *La riqueza de las naciones*, publicado en 1776. Este filósofo y economista se había dado cuenta de que la tecnología de la revolución industrial había creado oportunidades sin precedentes para que los fabricantes aumentaran la productividad y así redujeran el costo de los bienes en forma sustancial. En este modelo ideal, incorporó el concepto de que un número de trabajadores especializados en tareas específicas, realizando cada uno una tarea en la producción del alfiler, podían fabricar más alfileres en un día que el mismo número de personas realizando cada una un alfiler por completo. Smith decía: «Un hombre estira el alambre, otro lo endereza, el tercero lo corta, el cuarto le saca punta, el quinto lo pule por encima para recibir la cabeza; para hacer la cabeza se requieren dos o tres operaciones distintas; ponérsela es un trabajo especial, blanquear los alfileres es otro; hasta meterlos en el papel es una industria en sí misma». Y explica que «Estas diez personas podían hacer entre todas, hasta cuarenta y ocho mil alfileres en un día; pero si todas hubieran trabajado en forma separada e independiente, y sin que ninguna hubiera sido educada en este particular negocio, ciertamente una no habría podido hacer ni veinte, y acaso ni un solo alfiler en un día».

---

<sup>14</sup> Michael Hammer & James Champy, *Reingeniería*, Grupo Editorial Norma, 1993.

Hammer y Champy dicen: «Las aerolíneas de hoy, las siderúrgicas, las firmas de contadores, las fábricas de fichas de computador, etcétera se han estructurado todas en torno a la idea central de Smith: la división o especialización del trabajo y la consiguiente fragmentación de la obra. Cuanto más grande sea la organización, más especializado será el trabajador y mayor será el número de pasos en que se fragmenta la obra».

Este conjunto de tareas repetitivas en las cuales cada individuo de la organización se especializa se denomina función. Luego agregan: «La conocida estructura piramidal de la mayor parte de las organizaciones se adaptaba muy bien a un ambiente de alto crecimiento, porque era escalable. Cuando la compañía quería crecer, le bastaba agregar trabajadores en la base del organigrama, según se necesitaran, y luego ir colocando los estratos administrativos de arriba».

### **3-Procesos**

Hammer y Champy definen al proceso como: «un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente».

Posteriormente sostienen: «Bajo la influencia de la idea de Adam Smith, de dividir el trabajo en sus tareas más simples y asignar cada una de éstas a un especialista, las compañías modernas y sus administradores se concentran en tareas individuales de este proceso –recibir el formulario de pedido, escoger los bienes en la bodega, etc.– y tienden a perder de vista el objetivo grande, que no es otro que poner los bienes en las manos del cliente que los pidió».

Los autores sostenían que la forma de organizar las empresas en funciones ya no daba resultado; que habían cumplido su objetivo en una etapa en la que lo importante para los negocios era crecer, una época en la que todo lo que se producía se vendía.

En un mensaje que ellos señalan como central dicen: «Ya no es necesario ni deseable que las empresas organicen su trabajo en torno a la división del trabajo de Adam Smith. Los oficios orientados a tareas son obsoletos en el mundo actual de clientes, competencia y cambio. Lo que las compañías tienen que hacer es organizarse en torno al proceso».



La preocupación por la integración de las funciones en las organizaciones había sido planteada por importantes autores en años anteriores. Por ejemplo, el famoso libro de Johnson, Kast y Rosenzweig<sup>15</sup>, titulado en inglés *The Theory and Management of Systems*, de 1967, señalaba que la clásica departamentalización era un ejemplo de especialización funcional que, unido al principio de alcance del control (cantidad de empleados subordinados a un supervisor) que recomendaba un campo angosto de control, generaba estructuras verticalmente alargadas, que creaban problemas para la integración sistemática de actividades.

Pensar la empresa en procesos significa, entre otras cosas, identificar el conjunto de tareas que, encadenadas, generan valor para un determinado tipo de cliente. Los clientes deben ser agrupados según sus necesidades, cada tipo de cliente requiere de una establecida y específica forma de ser atendido. Por lo tanto, cada tipo de cliente requiere de un ajustado proceso a sus necesidades. La atención al cliente no es solo el resultado de una buena función del sector de atención al cliente. Poner en marcha un proceso de acuerdo a las necesidades del cliente es considerar un flujo de productos semielaborados o de información adecuado para dar total satisfacción al tipo de cliente. Este flujo es el denominado “proceso” que involucra muchas funciones dentro de una organización. Los procesos cruzan en forma horizontal la organización mientras que la función la atraviesa en forma vertical.

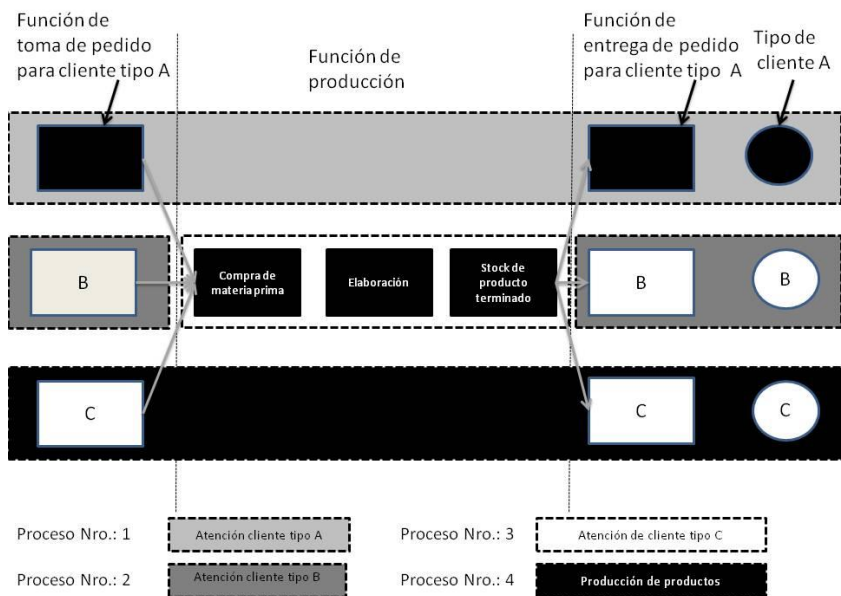
Cada individuo que forma parte de un proceso genera productos o servicios que son entregados a otras personas dentro de la organización o fuera de ella. Si éste se encuentra en la misma organización se lo denomina cliente interno si se encuentra fuera se denomina cliente externo. A su vez, un cliente interno puede ser abastecido por un proveedor interno o externo dependiendo esto en si es interno a la organización o externo a la misma. Un proceso es el flujo de productos o información que atraviesa distintos clientes internos hasta llegar a un cliente externo. Cada cliente interno pasa a ser proveedor de otro cliente interno o de uno externo. La idea expresada anteriormente es lo que se denomina cadena de valor (también llamado cadena de Deming).

Para definir y establecer todos los procesos de la organización es necesario identificar los tipos de clientes externos a partir de ellos ver la cadena de valor hacia atrás e identificar en ella las funciones que deben ser realizadas en forma particular

---

<sup>15</sup> R. Johnson, F. Kast y J. Rosenzweig, *The Theory and Management of Systems*, McGraw-Hill, 1967.

para cada tipo de cliente:



Cuando un flujo con destino a un determinado cliente externo confluye con otros flujos que corresponden a otros clientes externos, (en el ejemplo el sector de compra de materias primas) es bueno considerar la posibilidad de identificar a este cliente interno como el de comienzo de un proceso diferente. A su vez, cuando un flujo se bifurca en varios flujos es conveniente considerar la posibilidad de que sea el final de un proceso (en el ejemplo Stock de productos terminados). Por lo expresado, muchos procesos tiene la mira en la satisfacción de un cliente interno. En el ejemplo anterior el cliente interno "Compra de materia prima" es un cliente muy particular porque están siendo atendidos por tres proveedores internos y que a su vez pertenece a un proceso que atiende a tres clientes internos (Entrega de pedidos) donde cada uno de ellos, respectivamente, pertenecen al mismo proceso que los proveedores internos "Compra de materia prima".

De acuerdo con Hammer y Champy, las organizaciones debían ser replanteadas

desde cero. Rehacerlas desde una hoja en blanco y rediseñarlas teniendo en cuenta el proceso en lugar de pensar en las funciones daría asombrosos resultados. Ya han transcurrido diez años desde esas afirmaciones y hoy se puede decir que la idea de repensar las organizaciones desde el papel en blanco no dio los resultados esperados. Dice Thomas Davenport<sup>16</sup>, quien fue uno de los consultores en administración que más fervorosamente ha apoyado los proyectos de reingeniería en los años 90: «Muchos proyectos de reingeniería abarcaron metas de cambio muy ambiciosas en la fase de diseño pero durante la ejecución se abandonaron o se diluyeron considerablemente». Y al analizar sus causas explica: «No les resultaba práctico construir sus propios sistemas, y los paquetes disponibles aún no se habían explorado ampliamente porque no respaldaban diseños específicos». El gran problema de pensar las empresas desde cero o del papel en blanco, como gustaban decir los especialistas en reingeniería, era la imposibilidad de construir todos los sistemas informáticos que dieran posibilidad de vida al nuevo diseño empresarial (supuestamente orientado a procesos).

Si bien la idea de pensar las organizaciones desde cero fue una utopía, no se puede dejar de valorar el aporte efectuado por Hammer y Champy; creadores de una nueva forma de pensar, ver y diseñar las organizaciones. Esta nueva línea de pensamiento fue indudablemente precursora de los actuales Sistemas ERP.

#### **4-La fragmentación de los procesos**

De un párrafo del libro *Reingeniería* se extrae: «Los que toman parte en un proceso miran hacia adentro de su propio departamento y hacia arriba, donde está su superior: pero nadie mira hacia fuera, donde está el cliente. Los actuales problemas de rendimiento que experimentan las empresas son la consecuencia inevitable de la fragmentación del proceso». En esta fragmentación de procesos crecieron quienes diseñaron sistemas hasta los 90: raramente se involucraba más de un sector. Lo típico era desarrollar el sistema de remuneraciones, el de facturación, el de cuentas por pagar, el sistema contable, etcétera. Todos los proyectos enfocaban el sector o la función. Los motivos por los cuáles las cosas eran así, además de lo explicado por

---

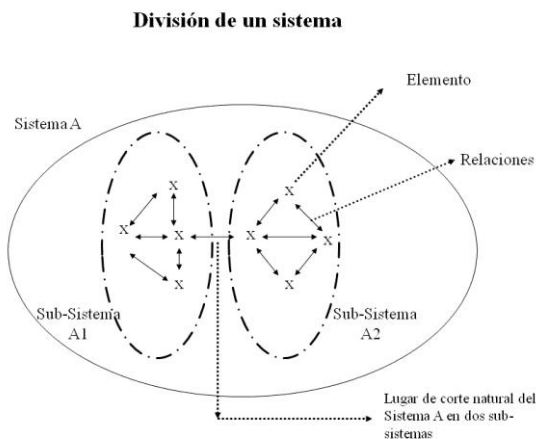
<sup>16</sup> Tomas H. Davenport, *Misión crítica*, Oxford University Press, 2000.

Hammer y Champy, fueron los siguientes:

#### 4.1-Limitaciones técnicas

En los comienzos, la tecnología de hardware permitía una cantidad limitada de usuarios y una cantidad limitada de datos on line. Era inevitable seccionar los sistemas.

Para seccionar un sistema en subsistemas, lo aconsejable es efectuar la separación donde se minimice la relación entre los elementos (Ver Figura 6). Los vínculos por donde se efectúa el corte pasan a ser output e input de los nuevos subsistemas.



Por efecto de la extrema separación funcional de los procesos de negocio, las divisiones sectoriales eran los límites aparentes del sistema a desarrollar. De esta manera, se contribuyó fenomenalmente a destruir los procesos en funciones. Por ejemplo, ocurría que desde el sistema de cuentas por pagar no se sabía qué nota de pedido había dado origen a cada factura o cuál había sido el remito recibido en el almacén que había permitido el pago de la factura; o sucedía que desde el sistema de ventas era incontrolable si el producto comprometido en la nota de pedido del cliente tenía stock suficiente debido a que el dato estaba en el sistema de producción, etcétera.

#### 4.2-Crecimiento en el tiempo

En el proceso de sistematización de las organizaciones, el tiempo y los recursos necesarios para desarrollar cada sistema eran sumamente importantes. Para evitar incurrir en un gasto elevado, los desarrollos se encolaban en el tiempo. Por ejemplo: un año se desarrollaba el sistema de Facturación y al siguiente el de Cuentas Corrientes. Cuanto más tiempo transcurría entre un desarrollo y el otro, más diferencias tecnológicas entre uno y otro había.

La calidad del desarrollo variaba mucho en función de los recursos utilizados en cada momento y de los vaivenes económicos del negocio. Así se iba avanzando y año tras año la madeja se hacía más y más grande. Los costos de mantenimiento crecían ferozmente. La complejidad era inmanejable y la mayoría de los sistemas obsoletos. Todo esto hizo que el desarrollo de sistemas in-house se transformara en algo insostenible.

## **5-Los Sistemas ERP como integradores de funciones en procesos**

Hasta fines de los años 90, la realidad de los sistemas de información de las organizaciones fue caótica. Dicen Laudon y Laudon, en el libro ya citado, refiriéndose a las organizaciones de esa época como tradicionales: «En estas organizaciones tradicionales los elementos claves de la cadena de valor han estado bajo el control de sistemas de información individuales y dispares que no podían comunicarse entre sí. Las compañías no solo no adoptaban una visión integrada de sus propios procesos de negocio, sino que tampoco entendían la relación entre sus sistemas y los de sus proveedores, competidores, organizaciones de apoyo, distribuidores y clientes».

Los trabajos de reingeniería no dieron resultado, fundamentalmente por la dificultad de desarrollar un sistema informático que soportara un diseño específico y la imposibilidad de liberarse absolutamente de las ideas originales de Adam Smith respecto de las bondades de la división del trabajo. Para entender el por qué de la irremediable fragmentación de procesos, es importante conocer un principio sistémico. James Emery<sup>17</sup>, uno de los precursores del uso de la teoría de los sistemas en el campo de la administración, explica: «El relativo aislamiento de cada fragmento del sistema reduce en forma drástica, el número de las relaciones que es preciso considerar para resolver las tareas asignadas a un subsistema».

---

<sup>17</sup> James C. Emery, *Sistemas de planeamiento y control en la empresa*, El Ateneo, 1983.

El fracaso total del principio de la «hoja en blanco» obligó a la búsqueda de una solución ajustada a las posibilidades. Así fue como los Sistemas ERP surgieron en forma de «solución integradora». Ya en 1977, pensadores de la talla de Murdick y Ross<sup>18</sup> habían señalado la importancia de los sistemas de información en la integración de los sistemas operacionales.

La búsqueda de sistemas integrados no es algo nuevo. En la obra citada de James Emery, se señala que: «Un sistema de información “integrado o total” parece constituir un objetivo común para todos los que diseñan sistemas de información. Si estos términos tienen algún significado, sugieren un sistema más rígidamente acoplado con menor independencia entre sus partes. Esa integración tiene dos aspectos: 1) el mayor acoplamiento del mismo sistema de información, y 2) un sistema de información que permite un acoplamiento más estrecho de las diversas partes de la organización». El anhelo de un sistema «total» siempre estuvo presente en los estudiosos de las organizaciones, pero su concreción parecía algo imposible o, al menos, tan costoso que no merecía el esfuerzo. Recién cuando la necesidad apremió y la tecnología lo permitió, los sueños empezaron a tener algún viso de realidad.

Los Sistemas ERP abrieron una nueva posibilidad para que las organizaciones integraran mejor los procesos y logran un mayor nivel de acoplamiento. Estos sistemas se caracterizan por tener una base de datos común a toda la organización y una tecnología homogénea.

## **6-Un a base de datos común a toda la organización**

En los primeros años de la computación, podría decirse que hasta mediados de los 70, el software de las empresas estaba absolutamente sectorizado bajo el influjo de los factores ya mencionados (Ver Figura 7).

---

<sup>18</sup>

R. Murdick y J. Ross, *Sistemas de información basados en computadoras para la administración moderna*, Ed. Diana, 1977.

## División del software y los datos hasta mediados de los 70

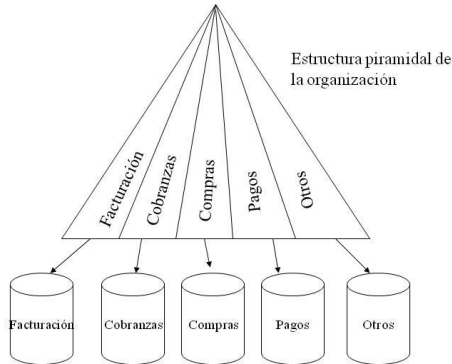


Figura 7

James Emery dice: «Históricamente, los subsistemas de información han exigido una independencia considerable, simplemente porque la capacidad de procesamiento de la información de que disponían los diseñadores era tan limitada, que la tarea solo se podía cumplir en forma muy fragmentaria. Esta fragmentación se manifiesta, en principio, en la recolección de datos, en la organización de los archivos y en el alcance de la computación. En un sistema fragmentado de información, cada subsistema es responsable de la recolección de sus propios datos. La coordinación de la recolección de datos entre las múltiples subunidades dentro de la organización exige medios relativamente adelantados para brindar acceso a las porciones de las bases de datos que son compartidas. Con una capacidad limitada para el manejo de la información, generalmente resulta más barato duplicar la recolección de datos y no alcanzar la coordinación necesaria para evitarlo».

Entre fines de los años 70 y principios de los 90, y a medida que el hardware fue ofreciendo mayores recursos, se empezó a compartir datos entre distintos sistemas. Si bien se armaban bases de datos pertenecientes a cada sistema en particular, estas se hallaban a disposición de otros sistemas para su consulta y, en casos muy restringidos, para su actualización.

Ya en los años 90, y gracias al avance tecnológico tanto de hardware como de software (especialmente la evolución de los sistemas de administración de base de

datos), se pudieron construir grandes aplicaciones con gran volumen de datos asociados. Los Sistemas ERP se fueron construyendo sobre una base de datos común a todas las funciones.

## **7-El criterio del *best-of-breed***

Existen muchos profesionales de sistemas que no entienden el valor de la integración que aportan los Sistemas ERP y prefieren desarrollar la política informática denominada *best-of-breed*, también llamada «los mejores en su clase». Esta estrategia consiste en incorporar a la organización distintos paquetes de software (el supuestamente mejor en realizar cada función) y luego, internamente o con ayuda de terceros, conectarlos para integrar los procesos. La utilización de este criterio es un gran error por los siguientes motivos:

### **7.1-Es contrario a los principios sistémicos**

La política de los mejores en su clase, intrínsecamente, supone que es posible optimizar un sistema optimizando los subsistemas componentes; por eso busca obtener el mejor software para cada función o proceso (subsistema) y no el mejor software para la organización (sistema total). La teoría de las restricciones explica por qué la optimización de los subsistemas se opone a la optimización del sistema total (ver el capítulo VIII punto 4.1).

### **7.2-Gran complejidad de cada interfaz**

El concepto de interfaz es un poco ambiguo. En general, se denomina interfaz a un proceso mediante el cual intercambian datos dos aplicaciones de software que no han sido diseñadas en forma integral y que, esencialmente, no comparten los datos.

Es común que cada aplicación involucre distinta tecnología tanto de hardware como de software. Por ejemplo: la figura 9 muestra una interfaz entre un sistema de liquidación de sueldos y jornales y un sistema contable. En una muy sencilla síntesis, esta interfaz consiste en acumular los valores por conceptos de liquidación (sueldo bruto, asignación familiar, obra social, etcétera.) de cada empleado y asignar una cuenta contable al total por concepto. Para esta tarea, la interfaz debe contar con un juego de datos propios que le suministren la información necesaria. En el ejemplo podría tratarse de una relación entre concepto de liquidación y cuenta contable.



## Interfaz

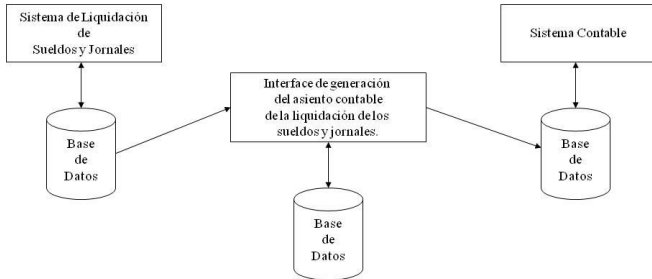


Figura 9

La mejor de las situaciones que podría presentarse para una filosofía *best-of-breed*, que es cuando todos los sistemas se ejecutan en la misma tecnología de hardware y de DBMS. A pesar de ello, en dicha situación, el menor esfuerzo que deberá hacerse es:

- Programar todas las interfaces que sean necesarias, ya que muy difícilmente sean resueltas por salidas estándar del sistema.
- Mantener actualizada la base de datos del módulo de interfaz atendiendo a los cambios que se puedan producir en los datos de cualquiera de los dos sistemas en cuestión (una nueva cuenta o un nuevo concepto de liquidación, etcétera).
- Actualizar el módulo ante cualquier cambio en la versión de los sistemas vinculados por la interfaz.
- Administrar el proceso. Esto es: a qué día-hora se ejecuta, antes de qué y cuál proceso, quién lo ejecuta, revisar los posibles errores del proceso, etcétera.

Si no se está ante el mejor de los casos, es decir, que los sistemas para vincular no están soportados dentro de la misma tecnología de hardware o de software, se

deberá:

- Decidir en qué tecnología mantener la interfaz y, de acuerdo con esto, quiénes son los especialistas que la mantendrán.
- Mantener sistemas de comunicación para enlazar técnicamente las dos aplicaciones, con todos los posibles inconvenientes que puedan producirse (algunos tan patéticos como que, por ejemplo, cuando se corra la interfaz, uno de los equipos esté apagado o fuera de servicio).

### **7.3-Baja de la calidad y mayores costos**

Con el mismo espíritu que el dicho popular argentino «No conviene poner todos los huevos en la misma canasta, ya que si esta se cae se rompen todos», algunos profesionales de la informática presentan la política de «los mejores en su clase» como una ventaja fundamentando que con un solo proveedor quedan a merced de sus caprichos. Ante dicha argumentación, se contrapone la que aporta Deming<sup>19</sup>. En su libro ya citado dice: «Se debe acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio. En vez de ello, hay que minimizar el coste total; tender a tener un solo proveedor para cualquier artículo, con una relación a largo plazo de lealtad y confianza».

La información es la materia prima esencial para una empresa y de su calidad dependerá el funcionamiento de la organización. Cuantos más proveedores estén involucrados en el procesamiento de datos, más baja será la calidad de la información. Deming dice: «Si dos proveedores suministran materiales excelentes, habrá algunas diferencias. Cualquier persona de producción sabe que el cambio del material de un proveedor al material de otro provoca una pérdida de tiempo. Pueden perderse solo quince minutos. Pero pueden perderse ocho horas en una fábrica de estampación. Puede que sean semanas. Esto es así incluso aunque ambos proveedores suministren buen material». Muchas veces los analistas de sistemas

---

<sup>19</sup> W. Edwards Deming, entre otras altísimas distinciones, ha sido condecorado por el Presidente de los EE. UU. con la Medalla Nacional de Tecnología; la Unión de Ciencias e Ingeniería Japonesa instituyó el Premio Anual Deming para las aportaciones a la calidad y fiabilidad de los productos; también la Asociación Americana de Estadísticas estableció el Premio Anual Deming para la mejora de la calidad y la productividad.

pierden infinidad de tiempo en descubrir por qué no funciona una transmisión automática, utilizando instrucciones de FTP, entre un equipo IBM bajo UNIX y otro equipo HP también con UNIX, o semanas tratando de saber por qué un SELECT (instrucción de SQL para DBMS) en la base de datos ORACLE respondía de una forma y en MySQL de otra. Agrega Deming: «Protegerse con un segundo proveedor, por si la mala suerte pone fuera de servicio a un proveedor, temporal o permanentemente, es una política costosa. Se hace una inversión menor y se tienen existencias totales menores con un solo proveedor que con dos. Ningún fabricante que yo conozca posee los suficientes conocimientos y mano de obra para trabajar con eficiencia con más de un proveedor para cualquier artículo».

Si los sistemas (los supuestamente mejores) están montados en diferentes tecnologías, tanto de hardware como de software, es recomendable ajustarse los cinturones de seguridad, pues el viaje será más que movido (se podría decir que hasta bastante peligroso). En estos casos se necesita:

- Personal especializado en las diferentes tecnologías.
- Atender a los proveedores de cada tecnología.

#### **7.4-Se incentiva la propiedad sobre el sistema y la lucha entre proveedores**

Al incorporarse sistemas atados a las funciones, lo que ocurre es que, generalmente, estas funciones también están atadas a un funcionario. En muchos casos, y porque muchas veces se les descuenta el gasto de su presupuesto, se consideran dueños y señores del sistema, creyéndose con derechos absolutos sobre este.

En una oportunidad en que se tenía que desarrollar una interfaz que generaba el asiento contable del sistema de sueldos y jornales, como en el caso del ejemplo en la figura 9, se produjeron terribles enfrentamientos entre los sectores de Contaduría y de Liquidaciones. La causa fue que, por exigencia del «dueño» del sistema de Liquidaciones (el gerente de recursos humanos) a la salida de este sistema la programó el proveedor de “«su sistema»». El argumento era que nadie más que su proveedor habitual tocaba su sistema. Por igual motivo, el ingreso de los datos al sistema fue programado por otro proveedor (el del sistema contable). Por múltiples causas, el asiento contable siempre salía mal. Contaduría argumentaba que el asiento estaba mal porque la interfaz del lado de Sueldos y Jornales estaba mal programada y viceversa. Los proveedores entraron en la lucha siguiendo a sus

respectivos clientes.

Cuando cosas así ocurren, las consecuencias son terribles para la organización. Se pierde un tiempo precioso en discusiones estériles, se acentúa la división de los procesos, se desgasta la relación con los proveedores y se disminuye la calidad de la información.

## 8-Software orientado a procesos

Los Sistemas ERP de los años 70 y 80 tenían muy poco parecido con lo que podría llamarse un sistema «total». Eran sistemas armados por funciones con un bajo nivel de acoplamiento. Los empresarios de este sector (los *vendors*) se dieron cuenta del camino que tenían que recorrer y a eso se abocaron. Ya en los años 90, uno de sus mayores argumentos de ventas fue que sus sistemas estaban totalmente integrados.

La dificultad de construir Sistemas ERP orientados a procesos radica en la complejidad que supone construir procesos variables.

Ya se dijo que un proceso es un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente. Las actividades tienen una secuencia lógica y los insumos pueden ser tanto materiales como información. En los Sistemas ERP, los procesos son conjunto de actividades o funciones, cuyo insumo es información. Las actividades o funciones transforman la información. Los Sistemas ERP representan las actividades o funciones mediante la creación, modificación o transferencia de información. Por ejemplo, en el caso de transferencia de información, se podría graficar de la siguiente forma (Ver Figura 10).



Figura 10

Las entidades de los Sistemas ERP conforman lo que se denomina «la estructura de datos» del sistema. Por lo tanto, cambiar los procesos significa cambiar la estructura de datos. Ya la palabra estructura remite a la idea de algo rígido; y en realidad así lo es. Hacer que los procesos sean variables implicaría una estructura de datos variable

y esto, hoy, no es posible. Dada esta rigidez tecnológica es que los desarrolladores de Sistemas ERP apelan al concepto de las mejores prácticas de negocio.

## **9-Mejores prácticas vs. buenas prácticas**

Los proveedores de Sistemas ERP suelen decir que ellos tienen incorporados en sus sistemas «las mejores prácticas» de los negocios; conocimiento que han ido adquiriendo a través de los años y de las empresas en las que han instalado sus productos. En otras palabras, esto significa que advirtieron las mejores formas de desarrollar las tareas y de coordinar las actividades (procedimientos); que detectaron el protocolo más adecuado para comunicarse entre los sectores y observaron el conjunto de posibles restricciones de la actividad; y que toda esta pericia está inserta en el software que venden. A esto llaman «las mejores prácticas».

El concepto «mejores» presenta un aspecto marcadamente subjetivo. Habría que preguntarse: ¿mejor para quién y dónde? Las organizaciones están fuertemente influidas por el medio en el que se desenvuelven; en ellas impacta decisivamente el contexto político, social y económico. Las organizaciones tienen profundas diferencias en distintos contextos espaciales y temporales. Aunque se trate de la misma empresa, es posible que una tarea determinada se resuelva «mejor» de cierta manera en una región y de otra forma en otra. En este caso, ¿cuál de ellas es la mejor práctica? Las prácticas que en una organización, bajo una determinada cultura organizacional, pueden haber funcionado perfectamente, bajo el influjo de otra cultura, pueden andar terriblemente mal.

Pero sí es importante considerar las buenas prácticas de negocio, que son aquellas que se están utilizando en el mercado dando buenos resultados (aquí debe considerarse, fundamentalmente, el mercado donde se desenvuelve la empresa y el tipo de industria en cuestión). Las buenas prácticas son un buen comienzo, mejor que una hoja en blanco, y mientras se usen de manera racional y coherente, pueden acelerar la puesta en servicio de mejoras en los procesos de las organizaciones.

## Capítulo IV

### La magnitud de los Sistemas ERP

#### 1-Los Sistemas ERP en la era de la información

Kaplan y Norton<sup>20</sup> señalan que la era de la información se ha construido bajo 6 hipótesis de funcionamiento que son:

- Funciones cruzadas: consiste en combinar los beneficios de la especialización dimanante de la pericia funcional con la velocidad, eficiencia y calidad de los procesos integrados.
- Estrechos vínculos con los clientes y proveedores: a través de una fuerte relación con ellos, las organizaciones de hoy en día integran los procesos logísticos, de tal forma que las operaciones se disparan gracias a los pedidos de los clientes y no como resultado de planes de producción que empujan a los productos y servicios a través de la cadena de valor.
- Segmentación de los clientes: las empresas de la era de la información ofrecen productos y servicios hechos a la medida de la demanda de sus diferentes segmentos de clientes.
- Escala global: las fronteras nacionales ya no son una barrera para la competencia con las empresas extranjeras.
- Innovación: obligada por un brusco acortamiento del ciclo de vida de los productos.
- Empleados de nivel: que aportan valor gracias a su saber y a la información que pueden proporcionar. Invertir en el conocimiento de cada empleado, gestionar y explotar dicho conocimiento, se ha convertido en algo crítico para las empresas en la actualidad.

Son precisamente los Sistemas ERP lo que permiten cruzar las funciones, que se puedan atender los distintos segmentos de clientes de acuerdo a las necesidades

---

<sup>20</sup> Robert S. Kaplan y David P. Norton, *Cuadro de mando integral (The Balanced Scorecard)*, Gestión, 2000.

especificadas de cada uno y que se estrechen los vínculos con los clientes y proveedores gracias a la consolidación de los procesos logísticos.

## **2-Elementos que conforman de un Sistema ERP**

Los Sistemas ERP están intrínsecamente formados por el protocolo, los procedimientos, las restricciones, la base de información de las organizaciones y la asistencia de tareas rutinarias.

### **2.1-Protocolo**

Como bien señala Mintzberg<sup>21</sup>, la estructura de las organizaciones involucra dos requerimientos fundamentales: la división del trabajo en distintas tareas y el logro de la coordinación entre estas. Para que la coordinación entre dos personas o más, o entre sectores de una misma organización o de distintas organizaciones, se produzca, siempre será necesaria la transmisión de información entre ellas. El Sistema ERP es, en general, el encargado de que esta transmisión se logre. Para que se logre con éxito, será necesario el establecimiento de un conjunto de reglas que regulen esta transmisión. Por ejemplo: ¿En qué momento se emitirá la señal? ¿Qué duración tendrá? ¿Quiénes deberán recibirla? ¿Cuáles son los valores probables? ¿Cómo se confirma la efectiva recepción?, etcétera. Más concretamente, se puede mencionar un ejemplo: cuando ingresa materia prima a una planta industrial, se debe dar aviso a los sectores de almacén, pagos y compras sobre el producto que ingresó, informando qué proveedor lo trajo, qué cantidad, el estado en el que se encuentra la mercadería ingresada, la fecha de vencimiento de las partidas, etcétera. Los datos deben responder a ciertas características, como que el código del proveedor tenga 10 dígitos numéricos, que el código del producto sea alfanumérico de 40 caracteres, que la cantidad sea informada con el respectivo código de unidad de medida, que los valores posibles del código de unidad de medida estén dentro de una lista de valores posibles, etcétera.

A este conjunto de reglas que permiten que la comunicación sea efectiva lo denominamos protocolo (Ver Figura 11).

---

<sup>21</sup> Henry Mintzberg, *Diseño de organizaciones eficientes*, El Ateneo, 1989.



Figura 11

## 2.2-Procedimiento

Mintzberg señala que cuando las organizaciones sobrepasan su estado más simple (de un puñado de personas), deben recurrir a mecanismos de estandarización para coordinar las actividades de las personas o los sectores. Y señala que una de las formas de estandarización se da cuando los contenidos del trabajo están especificados o programados. Por ejemplo: una orden de compra a un proveedor debe estar antecedida por una cotización y por una solicitud del sector que requirió la compra. Nuevamente, el Sistema ERP deberá contener una determinada programación de actividades para que los sectores logren la coordinación. A esta coordinación suele llamársela procedimiento (Ver Figura 12).



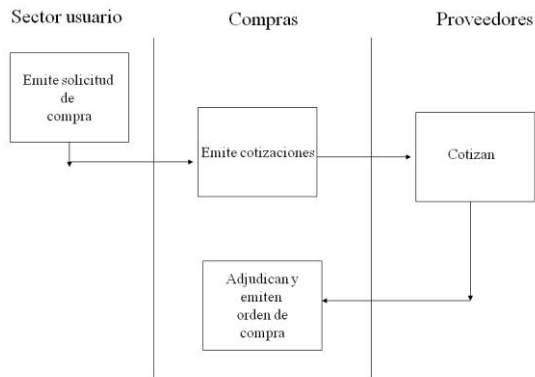


Figura: 12

### 2.3-Producción de información para la toma de decisiones

El Sistema ERP también es responsable de elaborar la información para la toma de decisiones y el control de las organizaciones. Debe apoyar tanto las decisiones programadas como las no programadas. Herbert A. Simon<sup>22</sup> escribió que «la posibilidad de permitir a un individuo determinado que tome una decisión concreta dependerá, con frecuencia, de si puede serle transmitida la información que necesita para tomar una decisión prudente y de si, a su vez, podrá transmitir su decisión a los demás miembros de la organización en cuyo comportamiento se supone que ha de influir esa decisión».

### 2.4-Asistencia para tareas

El Sistema ERP debe ayudar a resolver las operaciones normales y rutinarias de la compañía. Por ejemplo, se puede hacer referencia como tareas rutinarias a la liquidación de sueldos, la confección de facturas, el cálculo de amortizaciones, etcétera.

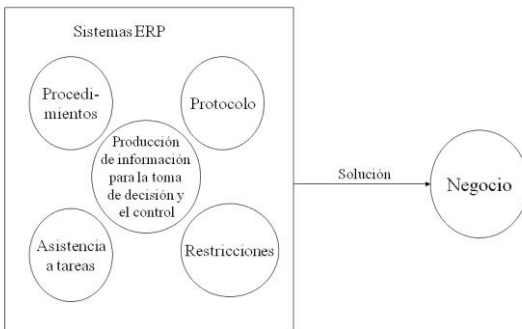
<sup>22</sup> Herbert A. Simon, *El comportamiento administrativo*, Aguilar, 1980.

## 2.5-Restricciones

Para que la organización se desempeñe correctamente, debe someterse a un conjunto de reglas que rigen los negocios y que operan a modo de restricciones. Algunas de estas restricciones pueden ser externas a la organización y otras, generadas por la misma organización. Por ejemplo: como restricción externa se puede mencionar la carga impositiva sobre las ventas; y como restricción interna, que un empleado no puede ser a su vez proveedor de la compañía. Para lograr que estas restricciones sean efectivamente cumplidas por todos los miembros de la organización y evitar su incumplimiento involuntario o voluntario, se introducen estas reglas dentro del software de los sistemas de información. Así es como, por ejemplo, cuando se sobrepasa un determinado monto de crédito a un determinado cliente (superación del límite de crédito), el software impide la generación de una venta a ese cliente.

## 3-Una solución de negocio

Resumiendo lo expuesto, se puede afirmar que el Sistema ERP deberá dar cabida a un determinado protocolo de la información, al conjunto de procedimientos inherentes al negocio específico, a la realización de tareas rutinarias y al conjunto de restricciones internas y externas que regulen el negocio, así como también deberá tener la capacidad de producir la información necesaria para la toma de decisiones y el control. Por lo tanto, desde un punto de vista del negocio, un Sistema ERP tiene como objetivo final brindar una solución a un problema empresarial (Ver Figura 13).



### Figura 13

Un problema es la distancia entre lo que se es y lo que se quiere ser. Desde una óptica empresarial, es la diferencia entre lo que la empresa es y lo que la empresa desea ser para dar respuesta a los retos que el ambiente en el que se desarrolla le propone.

Visto desde esta óptica, una solución a un problema de negocio es, sin dudas, un problema de estrategia empresarial. La forma en que cada organización dé respuesta a los desafíos que el mercado le proponga dará lugar a un ganador o, desde luego, a un perdedor. Quién mejor se adapte a estos desafíos será el ganador.

Un Sistema ERP involucra la solución a un problema de negocio, ya que de este dependerán en gran medida:

- La posible forma en que se estructurarán los procesos.
- La posibilidad que tendrá la organización para que la comunicación (flujo de la información) sea efectiva.
- El posible conjunto de reglas internas y externas que el negocio establezca.
- El conjunto de tareas que serán asistidas por computadora.
- La calidad de la información para la toma de decisión y el control.

## Capítulo V

### El ciclo de vida de los Sistemas ERP

#### 1-El ciclo de vida de los Sistemas ERP

Las organizaciones son sistemas altamente complejos y los Sistemas ERP están insertos en ellas. Las organizaciones son sistemas con complejidades dinámicas, que es el caso de aquellas complejidades donde las acciones tienen un conjunto de consecuencias locales, por un lado; y otras más distantes y en otras partes del sistema, por otro. El pensamiento sistémico es la disciplina que con más éxito ha enfrentado los problemas de complejidad dinámica dentro de las organizaciones. En palabras de Peter Senge<sup>23</sup>, el pensamiento sistémico es «una disciplina para ver totalidades, es un marco para ver interrelaciones en vez de cosas, para ver patrones de cambio en vez de instantáneas estáticas... Sirve para ver las estructuras que subyacen a las situaciones complejas, y para discernir cambios de alto y bajo apalancamiento. Nos ofrece un lenguaje que comienza por la reestructuración de nuestro pensamiento».

Pero el concepto más importante del pensamiento sistémico es el de realimentación, que proviene de la teoría de los servomecanismos. Esta noción contempla los procesos como partes de un todo en el que actúan e influyen y, a su vez, son influidos. Este concepto, al que también se lo denomina feedback, implica que los actos pueden reforzarse o contrarrestarse entre sí. El secreto está en aprender a reconocer estructuras recurrentes. La vida de los Sistemas ERP es un proceso sistémico recurrente.

Se puede observar la figura 14, en la que se describe el ciclo de vida de un Sistema ERP. El ciclo de vida está compuesto de las siguientes etapas: selección, diseño, puesta en marcha y seguimiento.

---

<sup>23</sup> P. Senge, *La quinta disciplina*, Granica, 1992.

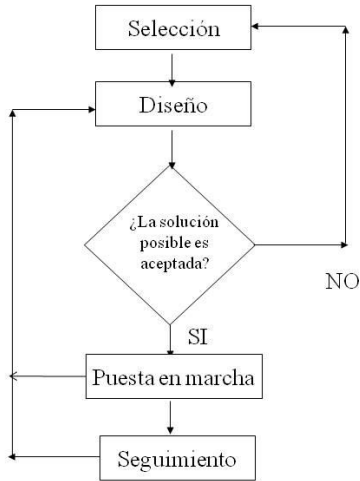


Figura 14

La etapa de selección surge cuando la organización por algún motivo cree que el actual Sistema ERP o el conjunto de los inconexos sistemas heredados de la organización ya no son útiles para cumplir con la misión de la organización o, simplemente, garantizar la continuidad del negocio en el largo plazo. Lo que significa que la etapa de selección no es un conjunto de tareas de generación espontánea o de un proceso no relevante. Es muy importante entender esta distinción, pues siempre que se ingresa a las actividades de selección de un Sistema ERP, ya existe un conjunto de ideas dentro de la organización que funcionaron a modo de disparadores de este estadio.

Luego se pasa a la etapa de diseño, cuyo objetivo es proyectar un modelo de la organización que funcione con el nuevo sistema. De aquí puede surgir que se diseñe un modelo acorde a las necesidades de la organización o bien puede ocurrir que se observe la imposibilidad de utilizar el sistema como lo requiere el negocio. Si lo último sucediera, se produciría un recicle sobre el proceso de selección. Desde luego que esto también implica aceptar la posibilidad de que, terminada la etapa de selección de un nuevo Sistema ERP y antes de ser implementado, se descarte su uso.

Pese a todos los recaudos que se puedan contemplar, ninguna organización quedará exenta de la posibilidad de que se tome una mala decisión. Aunque son muy pocos los casos en los cuales se haya descartado un sistema recién seleccionado, son muchos en los que se toma una mala decisión, pero se oculta. Esto sucede porque, generalmente, los responsables de la etapa de diseño también han sido responsables de la etapa de selección. Difícilmente alguien estaría dispuesto a aceptar que gastó mucho dinero en un producto que no servía a los fines perseguidos. Y si a esta actitud natural se suma una cultura organizacional que castiga fuertemente el error, estarán dadas las condiciones para que la organización conviva largamente con un sistema inapropiado.

Luego, si el modelo es aceptado, se continúa con la etapa de puesta en marcha y, por último, con la etapa de seguimiento, que dará origen a una realimentación sobre la etapa de diseño. Es ciertamente muy probable que el modelo diseñado fracase en su etapa de puesta en marcha, lo que no significa que el software haya fracasado. Lo que sí significa es que la etapa de diseño deberá realizarse nuevamente.

Hace algunos años se consideraba el ciclo de vida de los Sistemas ERP en forma lineal. Por ejemplo, Markus y Tanis<sup>24</sup> describían el ciclo de vida en cuatro fases:

- Chartering Phase: consiste genéricamente en construir el caso de negocio para seleccionar el producto, identificar las necesidades del negocio, seleccionar el Project manager y aprobar el presupuesto.
- Project Phase: es la configuración del software, testeo y conversión de datos, entrenamiento y rollout.
- Shakedown Phase: es el seguimiento intensivo de la implementación, implica todo lo necesario desde el día de su liberación hasta que el sistema opere normalmente.
- Onward and Upward Phase: es la etapa de funcionamiento normal hasta que el sistema es reemplazado por una versión nueva o uno distinto.

---

<sup>24</sup> M. Lynne Markus and Cornelis Tanis, *The Enterprise System Experience From Adoption to Success*, 2000.

El ciclo de vida propuesto por Markus y Tanis es lineal, con un comienzo y un fin (Ver Figura 15).

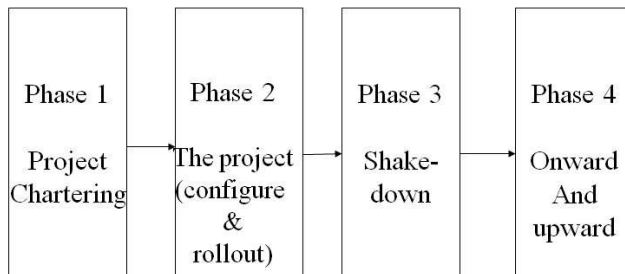


Figura 15

Otra propuesta de esos años fue la Davenport<sup>25</sup>, que también presenta un ciclo de vida con un principio y un fin. Denomina al proceso «reingeniería habilitada por los Sistemas Empresariales (SE) (sistema empresarial es como Davenport denominaba a un Sistema ERP)» y distingue las siguientes etapas:

- 1) Deseo de mejorar los procesos.
- 2) Análisis de los procesos actuales.
- 3) Selección de un sistema empresarial.
- 4) Desarrollo de principios de diseño habilitados por el SE.

---

<sup>25</sup> T. Davenport, *Misión crítica*, Oxford University Press, 2000.

## 5) Configuración del SE y de los procesos.

Las etapas 1, 2 y 3 son fácilmente comprensibles. Con respecto a la etapa 4, Davenport decía: «Es la conciliación de los procesos que se desean con lo que el SE permite llevar a cabo». Y para la etapa 5, explica: «Es la nueva reingeniería; la configuración es el proceso mediante el cual se definen los detalles del sistema a fin de ajustarlos a los detalles del proceso y viceversa».

Bajo el subtítulo de «La vida después de la configuración», este autor señalaba: «Por desgracia, no hay vida después de la configuración. Cuando terminan de configurar el SE y lo instalan, casi todas las compañías están muy ansiosas por lavarse las manos. Pero la configuración es, en realidad, algo que nunca termina. Primero, porque sigue la sintonía fina (o, en algunos casos, sintonía gruesa) del sistema que se logra con el paso del tiempo a fin de adecuarlo a la manera de trabajar de la organización. La propia organización podría cambiar debido a fusiones, adquisiciones o separaciones; sucesos externos (clientes y reglamentación, entre otros), podrían obligar a un cambio; o quizás el sistema jamás resulte compatible con los procesos de la empresa. Puede suceder que se haya forzado la rápida instalación del sistema y no quiera vivir con el resultado por siempre».

Este último párrafo de Davenport sintetizaba muy bien la diferencia de óptica. Por un lado, reconocía que no hay vida después de la configuración; pero a su vez también reconocía la necesidad de seguir trabajando en «sintonía fina» y en «gruesa». Siempre iteraba sobre la etapa de configuración y nunca retornaba a las etapas 3 y 4. Como consecuencia, la sintonía gruesa resultaba ser un desesperado intento por lograr que los resultados fueran relativamente mejores. Davenport, también, reconocía la posibilidad de que el sistema seleccionado no sirviera, pero no lo reflejaba en el modelo de comportamiento del ciclo de vida.

## 2-El efecto mariposa

El efecto mariposa es la ampliación de errores que pueden aparecer en el comportamiento de sistemas altamente complejos. El nombre de este efecto se debe al trabajo realizado por el meteorólogo estadounidense Edward Lorenz (1960), quien se dedicó a estudiar el comportamiento de la atmósfera, tratando de encontrar un modelo matemático, un conjunto de ecuaciones, que le permitiera predecir, con el uso de sencillas variables, el comportamiento de grandes masas de aire. Lorenz logró un modelo de tres ecuaciones sencillas que expresa el



comportamiento de la velocidad y la temperatura del aire a lo largo del tiempo. Pero este científico observó que pequeñas diferencias en los datos de partida (entre 3 o 6 decimales) le ocasionaban grandes diferencias en los resultados finales. Cualquier pequeña perturbación, o error en los datos, producía enormes cambios sobre el comportamiento del sistema en el largo plazo. Tan ínfimas eran las diferencias en los datos y tan grandes las diferencias en el resultado final que Lorenz explica este efecto con un ejemplo hipotético: «Imaginemos a un meteorólogo que hubiera conseguido hacer una predicción muy exacta del comportamiento de la atmósfera, mediante cálculos muy precisos y a partir de datos muy exactos. Podría encontrarse una predicción totalmente errónea por no haber tenido en cuenta el aleteo de una mariposa en el otro lado del planeta. Ese simple aleteo podría introducir perturbaciones en el sistema que llevaran a la predicción de una tormenta».

En definitiva, el efecto mariposa representa el comportamiento de un sistema complejo, en el que las pequeñas variables no contempladas o los mínimos errores en sus valores cambian completamente las predicciones que sobre él puedan efectuarse. Las organizaciones son sistemas extremadamente complejos. Son tantos los factores que inciden en la implementación de los Sistemas ERP que es imposible predecir qué ocurrirá en su puesta en marcha. Por tal motivo, se debe habilitar un proceso de retroalimentación que permita efectuar los cambios necesarios sobre las estimaciones realizadas.

### **3-Las demoras en los sistemas**

Tener en cuenta las demoras del sistema es esencial. Para que se entienda lo que se quiere señalar, hay que mirar la figura 16. En ella se representa un sistema complejo donde cada cruz es un elemento del sistema. Al efectuar un cambio "A" sobre uno de los elementos del sistema, se inicia una cadena de adaptaciones al cambio, no instantáneo. La influencia del cambio de un elemento sobre los otros puede llevar días, meses o años. Si se efectúa un cambio "B" sobre otro elemento del sistema que aún no recibió el efecto del primer cambio, y se hace pensando en actuar sobre este elemento en función de su visible funcionamiento, lo que en realidad se está haciendo es intentar cambiar una fotografía de algo que ya no es igual. Esto puede asemejarse a la extinción de una estrella. Cuando se mira el cielo y se observan sus cuerpos celestes, es muy probable que varios de ellos en realidad ya hayan desaparecido y solo se esté viendo la luz que emitieron cuando aún existían.

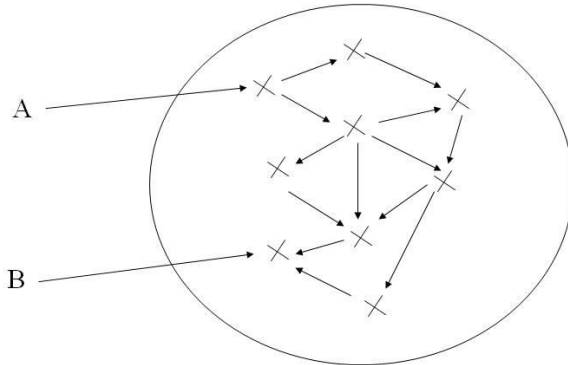


Figura 16

Cuando no se tienen en cuenta las demoras en un sistema, el caos comienza a imperar. Sobre el cambio “B”, opera el efecto del cambio sobre “A”, cuando en realidad se esperaba lo contrario: que primero opere el cambio “A” y luego el “B”.

En oportunidad de implementarse el módulo industrial de un Sistema ERP, ocurrió que en la carga de los lotes de producción (que es la función en que se descuentan los insumos de producción y se genera el producto de cada etapa de proceso) se deslizaban muchos errores. Como consecuencia de estos desaciertos, en algunas oportunidades, la producción tuvo problemas de demoras debido a la falta de insumos en los almacenes sectoriales. En una de esas ocasiones, el gerente de producción, apesadumbrado por el problema, tomó la decisión de que una persona recontara los insumos de los almacenes sectoriales todos los días y que armara un informe en la PC para todos los jefes de producción. Al poco tiempo, las personas encargadas de cargar los lotes de producción dejaron de realizar la tarea diariamente (de cualquier modo, una persona recontaba todos los días) para hacerlo semanalmente. Luego, empezaron a salir mal las corridas de los MRP, las compras empezaron a demorarse y una serie de hechos encadenados fueron desatándose. Si

el gerente de producción hubiera esperado la demora del sistema en adaptarse a la nueva modalidad de carga de lotes, nada hubiera ocurrido. Tal vez se debió hacer un segundo control de carga, hasta tanto los usuarios se hubieran adaptado al nuevo sistema, o a lo mejor replantear los datos que se ingresaban en la carga del lote (por ejemplo, ingresar solo los ítems importantes y descontar por estándar el resto de los ítems).

Los Sistemas ERP exigen, ante todo, una constancia de propósito. Requieren de paciencia y una espera atenta de los resultados que se van obteniendo, sin forzar el sistema y sin realizar correcciones abruptas antes de que los efectos se manifiesten.

Todo sistema recurrente tiene su tiempo de demora. El ciclo se toma sus tiempos, que no siempre son los planeados. Sucede que lo que se pensó en un determinado procedimiento, se probó y se puso a funcionar, puede dar el resultado esperado durante un tiempo; pero luego, pasados los primeros días, las cosas comienzan a cambiar. Se empiezan a escuchar cosas como: «la demora en la carga de datos era tan grande que preferimos pasar toda la información acopiada en el día, a la mañana siguiente»; o: «empezamos a dejar de registrar esta información porque pensamos que nadie la usaba»; o «no ejecutamos la interfaz porque consideramos mejor ejecutarla una vez por semana en vez de todos los días».

La linealidad no permite esperar la respuesta a los cambios y es opuesta a un proceso de mejora continua.

#### **4-Derivaciones y beneficios de considerar al ciclo de vida de los Sistema ERP como recurrente.**

##### **4.1-Habilita un proceso de mejora continua**

En un proceso lineal, cuando algo no funciona según lo previsto, lo que se acostumbra a hacer es forzar el sistema. Por ejemplo, si el tiempo no alcanza, se agregan horas extras o se suman personas. Si la información no es suficiente, se incorpora en informes manuales o se efectúan agregados manuales sobre los listados. Al no existir el proceso de retroalimentación, el sistema se resiente con soluciones transitorias que terminan siendo definitivas y que perjudican al sistema en su conjunto. Como en el ejemplo mencionado, si se agrega personal para mejorar los tiempos, se soluciona el problema puntual, pero se generan problemas

presupuestarios que luego traen problemas financieros y que terminan repercutiendo en los resultados de la organización.

Davenport decía: «Ciertas empresas afirman que primero introducirán una plantilla (preconfiguración estándar del sistema) y luego, cuando el sistema esté instalado, crearán un mejor conjunto de procesos y entonces configurarán mejor el sistema. Lamentablemente el agotamiento que sufren muchas empresas tras implantar “exitosamente” un SE evita una gran cantidad de modificaciones posteriores a la medida». El agotamiento surge de la linealidad, que obliga a volcar todos los recursos disponibles y realizar el mayor de los esfuerzos posibles, ya que no dejan lugar a una solución de continuidad. En un proceso recurrente, el esfuerzo y los recursos pueden dosificarse adecuadamente. Si se plantea que un sistema debe funcionar como lo diseñado y probado, que no existe un margen de error posible ni se aguarda el tiempo necesario para verificar su funcionamiento y que solo se realizarán actividades forzadas como soluciones definitivas, en poco tiempo sobrevendrá un estado de descontento y desconcierto generalizado.

#### **4.2-Se presta mayor atención a las nuevas versiones**

En la implementación lineal, la nueva versión del Sistema ERP no tiene lugar, nadie reconoce su existencia ni se siente obligado a su estudio. Es más, la nueva versión se convierte en una indeseable obligación de aceptarla cuando la obsolescencia tecnológica fuerza su implementación.

En los procesos recurrentes, en cambio, una nueva versión es una oportunidad de mejora.

#### **4.3-Se sostiene la tensión creativa**

La tensión creativa es la brecha entre la realidad y la visión. Es el espacio entre lo que se es y lo que se quiere ser. Es todo lo que se tiene que hacer para conseguir los objetivos. En un ciclo de vida lineal, la tensión debe finalizar al cabo de la culminación del proceso. Cuando este no es absolutamente exitoso, y como no se tiene oportunidad de corregir los errores, la visión se transforma en la nueva realidad; es decir, se bajan las expectativas. En un proceso iterativo, no alcanzar la visión significa volver a intentarlo nuevamente en la próxima oportunidad. Incluso permite que en cada iteración se replantee la visión, generándose un proceso virtuoso

producido por el mantenimiento de la tensión creativa.

#### **4.4-Un error no es un fracaso**

En un proceso lineal, no obtener los objetivos deseados es un fracaso. En un proceso iterativo un error es, tal como dijo E. Land, fundador y presidente de Polaroid durante décadas, inventor de la fotografía instantánea, «un hecho cuyos beneficios plenos aún no se han volcado a tu favor».

#### **4.5-Se crea una función**

Como ya se ha tratado en el capítulo II, una función es el resultado de la especialización en el trabajo, una repetición de tareas en la cual los miembros de la organización se especializan. Un proceso recurrente entrafia el desarrollo de las mismas actividades en cada recurrencia: esto implica una actividad repetitiva.

La gestión de Sistemas ERP es una tarea sumamente compleja, ya que intervienen aspectos tecnológicos, humanos, políticos y administrativos. Requiere de mucho tiempo. Se invierte mucho esfuerzo y dinero. Las organizaciones son sistemas altamente complejos y los cambios son vertiginosos. Se suele decir que el líder de proyectos de un Sistema ERP debe ser una combinación de tecnólogo, experto en negocios, sargento de capacitación, orador motivacional, político y psicólogo.

Como dice Davenport: «Los Líderes de los Proyectos de los Sistemas Empresariales (ERP) tendrán en un momento dado que tratar con los aspectos muy complejos y detallados de volúmenes de transacciones y enseguida abordar los cambios de alto nivel en la estructura y en la cultura de la organización».

En síntesis, no es un trabajo para improvisados. Ha habido una tendencia a designar líderes de proyectos obtenidos del sector usuario por considerarse que debían ser ellos mismos los que implementaran los Sistemas ERP. Por suerte, esta tendencia ya se ha revertido, ya que se comprobó que el líder de un proyecto debe tener habilidades que escapan al común de los usuarios y que requiere de una capacitación especializada. Fundamentalmente, de administración, de tecnología informática y de gestión de proyectos.

Los Sistemas ERP tienen un elevado costo, su gestión es un proceso recurrente, el

ciclo de vida puede involucrar grandes plazos y se requiere de un alto nivel de especialización para su buena gestión. Por todo esto, es conveniente que los Sistemas ERP estén gestionados por una función formalizada en la estructura de la organización.

#### **4.6-Se obtiene mucha más flexibilidad al contexto**

Los cambios en el contexto de las organizaciones, que cada vez son más rápidos e imprevisibles, dejan fuera de contexto a los proyectos de implementación de Sistemas ERP. Proyectos muy largos, que fueron pensados meses atrás para un mercado determinado, fracasan al momento de ser implementados porque el mercado ya no es el que era cuando el modelo de Sistema ERP fue concebido.

En un ciclo de vida recurrente, cada iteración es, precisamente, el resultado de la interrelación con el contexto, estableciendo el tiempo y la pausa necesaria para que el sistema se adapte al nuevo entorno.

#### **4.7-Se puede administrar la novedad**

La administración de la novedad se explicará detalladamente en el capítulo VII.

### **5-Diferentes procesos de retroalimentación**

Los Sistemas ERP se implementan por módulos, recuérdese que los módulos son funcionales. Por lo tanto, para que un proceso quede totalmente implementado, requerirá de la implementación de varios módulos.

La cantidad de módulos a implementar simultáneamente depende de múltiples factores: financieros, operativos, culturales, etcétera. De tal modo que, en general, la implementación de un Sistema ERP requerirá de varias iteraciones entre las etapas de diseño, puesta en marcha y seguimiento.

Muchas otras iteraciones surgirán con la necesidad de realizar mejoras sobre módulos ya implementados o por la aparición de nuevas versiones, o por cambios en los procesos por necesidades del mercado, etcétera.

## Capítulo VI

### La etapa de selección - Conceptos fundamentales

#### 1-Importancia del problema

Según los economistas, un bien es un bien de experiencia si los consumidores tienen que pasar por la experiencia de probarlo para poder evaluarlo. Algunos productos son muy fáciles de experimentar, por ejemplo: si se desea comprar un escritorio de oficina, con simplemente ir al showroom del proveedor, se puede experimentar el uso del escritorio sin mayores dificultades. Otros requieren una intensiva y larga utilización para ser conocidos: este es el caso de los Sistemas ERP. No solamente son difíciles de ser experimentados, sino que además es muy poco probable encontrar a clientes que hayan experimentado más de un Sistema ERP. Por ello es que, un buen procedimiento de selección de un Sistema ERP debe permitir experimentar el producto en los aspectos críticos del negocio antes de su adquisición.

Evaluar y seleccionar un software ERP es un proceso complejo, caracterizado tanto por el impresionante potencial como por los riesgos que se corren. Cuando se ejecuta de manera correcta, este proceso y sus resultados pueden dar beneficios excepcionales. Si no se ejecuta de forma adecuada, los resultados pueden ser desde artificiosos hasta demoledores.

#### 2-El objetivo de la etapa de selección

El objetivo del proceso de selección es encontrar el producto de software habilitado tecnológicamente y económicamente, que a su vez habilite un diseño de organización que brinde una solución compartida de negocio.

Para entender esta definición, es necesario comprender el significado de cuatro conceptos: solución compartida, diseño habilitado por un Sistema ERP, habilitado tecnológicamente y habilitado económicamente.

##### 2.1-Solución compartida

Una solución de negocio es la respuesta a un problema de negocio, y un problema de negocio es la brecha entre una realidad dada y una realidad deseada, que no es ni más ni menos que la meta. Para poder optar entre un camino u otro, se debe tener muy en claro adónde se quiere ir.

El proceso decisorio implica la necesidad de seleccionar entre una alternativa u otra. Tener una idea de adónde se quiere ir implica, entre otras cosas, diseñar posibles escenarios futuros (se llama escenarios al contexto en el cual se desenvolverá el sistema-organización), seleccionar uno de esos escenarios y luego considerar las alternativas conducentes. Por ejemplo: sería incomprensible querer crear una gran empresa de venta de vacunas contra la gripe, si es esperable que en el futuro mediato (el escenario) la gripe desaparezca del mundo como enfermedad. Este proceso de selección implica entonces una visión de cómo será el futuro. La selección de un Sistema ERP es un proceso donde es necesario crear una visión que no sea tan solo una apreciación exclusiva de un futuro deseado, sino que debe ser la apreciación colectiva de un futuro deseado.

A esto, Senge lo llama desarrollar una visión compartida. Para explicar qué es una visión compartida, se narrará un hecho ocurrido hace más unos años atrás.

Este hecho ocurrió como necesidad de modernizar el centro de cómputos de una importante empresa. La empresa tenía una computadora central, en la cual estaban todos los sistemas de la compañía. Los usuarios eran aproximadamente 200. El objetivo del proyecto era migrar todos los sistemas a una computadora de la misma marca, pero con un modelo más nuevo y de mayor envergadura. El nuevo modelo de computadora requería de un lugar físico mucho más preparado, lo que significaba cambiar los pisos, nuevo cableado eléctrico, nuevas tomas de aire acondicionado, etcétera. El departamento de sistemas estaba formado por 20 personas entre analistas de sistemas, programadores y personal de operaciones. Bajo la premisa de que la empresa no perdiera ni una hora de trabajo, el grupo de personas que trabajaba en el proyecto manejó dos alternativas: la primera era migrar de a un sistema por vez. Esto significaba cambiar muchos programas para que durante la transición funcionaran correctamente, mantener juegos de datos paralelos y, lo más complicado, se tenía que armar otro centro de cómputos paralelo, con las necesidades del nuevo equipo. La segunda alternativa era migrar todo en un fin de semana, lo que significaba coordinar muchas actividades y cualquier error implicaría que a las 8 horas del lunes la empresa no pudiese operar. Había que «barrer» con el viejo centro de cómputos, armar el nuevo, adecuar algunos programas, migrar los



datos y los sistemas, y probar toda la instalación en 48 horas. El líder del proyecto reunió a todo el equipo y les comentó que para él lo ideal sería migrar todo en un fin de semana, pero que pensaba que sería una alternativa riesgosa. Uno de los presentes en la reunión dijo: «Yo creo que lo podemos hacer si estamos dispuestos a trabajar 48 horas sin descanso»; al rato otro agrega: «Me gustaría intentarlo»; y así sucesivamente, cada uno fue adoptando la visión. Durante un mes prepararon la migración y en un fin de semana lograron lo que parecía imposible. A las 8 horas del lunes, la empresa estaba trabajando con el nuevo equipo.

Senge afirma que una visión compartida «es una fuerza en el corazón de la gente, una fuerza de impresionante poder. Una visión compartida despierta el compromiso de mucha gente, porque ella refleja la visión personal de esa gente». Para que cada uno de los 20 miembros del equipo aceptara trabajar 48 horas seguidas, sin paga de horas extras, tan solo con el objetivo de que la empresa no gastase más dinero, era necesario que todos compartieran un mismo y muy poderoso deseo, tan poderoso como para no pensar siquiera en la poca probabilidad de éxito que se tenía.

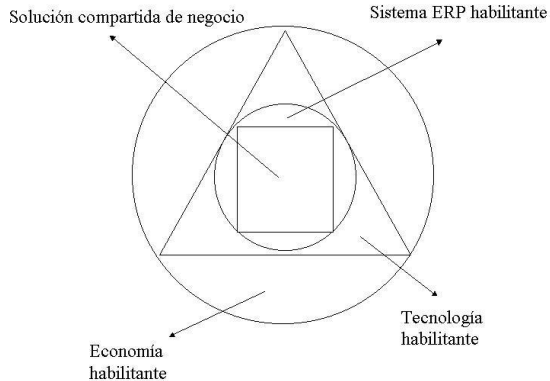
Para el diseño de la organización, es necesario tener una visión compartida y clara de cómo será el futuro y de cómo se pretende llegar a ese futuro. Esta es una condición previa indispensable antes de lanzarse a decidir cuál será el sistema de información que tendrá una gran parte de responsabilidad sobre el futuro que se diseñe.

## **2.2-Restricciones que operan en la selección – El concepto de habilitación**

Las restricciones suponen límites a las acciones. Estos límites permiten o habilitan un determinando conjuntos de alternativas. El concepto de habilitación propone marcos o límites en los cuales se puede desarrollar la selección de un Sistema ERP. En la figura 17, se grafica el marco de restricciones al que un proyecto de selección de un Sistema ERP debe someterse.

Leyendo desde la parte superior izquierda en el sentido de las agujas del reloj, se puede ver la primera restricción (solución compartida de negocio), que opera como límite relacionado a la búsqueda de un consenso. Esta restricción opera durante toda la gestión de los Sistemas ERP: desde la identificación de cuáles son los problemas hasta el diseño de las soluciones.

Luego opera el nivel de restricción del software aplicativo (el Sistema ERP). La solución a los problemas consensuados deberá estar dentro de un marco de posibilidades que es el que corresponde a la oferta de alternativas presentadas por los diferentes Sistemas ERP.



**Figura 17**

El primero que desarrolló el concepto de «habilitación» fue Davenport<sup>26</sup>, quien habló de la reingeniería habilitada por un Sistema Empresarial (ERP). Este autor sostuvo que la implementación de un Sistema ERP siempre implica un concepto de reingeniería, pero no una reingeniería que parta de un supuesto de libertad absoluta o desde cero o, como les gustaba decir a los pioneros de la reingeniería, desde el papel en blanco. La reingeniería debe estar habilitada por un Sistema ERP, lo que implica abordar simultáneamente el rediseño de los procesos con las limitaciones que la compra de un software estándar obliga.

Durante muchos años, se ha insistido en que el software debe ajustarse a la organización y nunca la organización al software. La era del paradigma del análisis y el diseño de software a medida terminó ya hace tiempo, para dar lugar a nuevas reglas en donde el proceso adaptativo es mutuo. El software se tiene que acercar a la organización y la organización al software.

---

<sup>26</sup> T.H. Davenport, *Misión crítica*, Oxford University Press, 2000.

El tercer nivel de restricción es el tecnológico. Las soluciones que ofrezca un determinado Sistema ERP serán considerables siempre y cuando la tecnología sobre la que opere sea viable para la organización. Es posible que se tenga que descartar un determinado Sistema ERP tan solo porque la tecnología de hardware en la que puede ser ejecutado no es factible para la organización.

Debe analizarse la factibilidad tecnológica del Sistema ERP en los lugares geográficos en los cuales se instalará el software. Es necesario contar con soporte técnico especializado que garantice la operatividad en los tiempos que la empresa requiera.

El cuarto nivel de restricción es el económico. Si los problemas consensuados tiene una posible solución en alguno de los Sistemas ERP que por su tecnología pueden ser introducidos en la organización, pero no existen los recursos económicos suficientes, nada de los anterior servirá.

Visto el nivel de capas de restricciones que se imponen una sobre otras, es deducible que dentro del proceso de selección caerán decisiones concretas respecto no solo del diseño de la organización y el paquete de software necesario, sino también respecto de la tecnología de hardware (computadoras, procesadores de comunicaciones, periféricos, etcétera), la tecnología de software (DBMS, protocolo de comunicaciones, drivers para periféricos, etcétera) y la consultoría (conocimiento necesario para la utilización del Sistema ERP y los elementos tecnológicos).

### **3-Las organizaciones son sistemas altamente complejos**

M. Shields<sup>27</sup> señala que un enfoque para seleccionar un Sistema ERP es el que denomina «Requerimiento detallado». Este enfoque propone analizar todas las funciones de la organización. Luego, analizar todas las funciones de cada uno de los productos que se sometan al análisis. Por último, establecer las diferencias y congruencias entre las características funcionales de la organización y las que traen los productos. Stephen Harwood<sup>28</sup> también considera a este el enfoque correcto. Esta obra, por el contrario, entiende a este punto de vista inadecuado, ya que

---

<sup>27</sup> M. Shields, *E-Business and ERP: Rapid Implementation and Project*, el autor, 2000.

<sup>28</sup> S. Harwood, *ERP the implementation cycle*, Computer Weekly, 2003.

implica no concebir a las organizaciones como sistemas altamente complejos. Es imposible que un hombre o un grupo de hombres puedan lograr esta tarea en un periodo razonable. Este período razonable debería ser lo suficientemente corto como para que la organización no sufra cambios importantes entre el análisis de las necesidades y la puesta en marcha del sistema. Por otro lado, distraerse en un volumen de información inconmensurable, y de poca importancia, solo perjudica el trabajo, genera una pérdida de tiempo enorme y aumenta la posibilidad de error. La abundancia de información genera una pérdida de atención.

La teoría de los sistemas, entre otras cosas, sostiene que una de las maneras de abordar los sistemas altamente complejos es concentrándose en unas pocas y pequeñas causas, pero que producen grandes efectos, y no mirar muchas y grandes causas que generan muy pocos efectos significativos. A esto se lo llama efecto palanca.

Para poder experimentar una parte muy pequeña del todo, pero muy significativa, se debe realizar un análisis centrado en las prácticas poco comunes, en los problemas y en las oportunidades, como se verá más adelante.

#### **4-El modelo mental financiero**

La gran mayoría de los autores que han escrito sobre selección de sistemas ERP propusieron un análisis de costo-beneficio. Aquí se desestima esta evaluación, fundamentalmente, por las dificultades que impiden realizar una evaluación de estas características y por lo infecundo que resulta el esfuerzo de intentarlo.

#### **4.1-El valor aportado por los Sistemas ERP**

Es importante enfatizar la necesidad de medir las bondades de los Sistemas ERP desde una óptica no financiera. En tal sentido, es útil citar una explicación de los modelos tradicionales de contabilidad financiera realizada por Kaplan y Norton<sup>29</sup>.

Todos los nuevos programas, iniciativas y procesos de cambio de gestión de

---

<sup>29</sup> R. Kaplan, y D. Norton, *Cuadro de mando integral*, Gestión, 1997.

las empresas de la era de la información, se están poniendo en práctica en un entorno gobernado por unos informes financieros anuales y trimestrales. El proceso de informes financieros permanece anclado en un modelo de contabilidad desarrollado hace siglos para un entorno de transacciones en plano de igualdad entre entidades independientes.

Lo ideal hubiera sido que este modelo de contabilidad financiera se hubiera expandido hasta incorporar la valoración de los activos intangibles de una empresa, como los productos y servicios de alta calidad, los empleados expertos y motivados, los procesos internos predecibles y sensibles, y unos clientes leales y satisfechos. Tal valoración de los activos intangibles y de las capacidades de la empresa sería especialmente útil ya que, para las empresas de la era de la información, estos activos son más imprescindibles para el éxito que los activos físicos y tangibles tradicionales. Si los activos intangibles y las capacidades de la empresa pudieran ser valorados dentro del modelo de contabilidad financiera, las organizaciones que aumentaran estos activos y capacidades podrían comunicar esta mejora a los empleados, accionistas, acreedores y sociedades. Por el contrario, cuando las empresas vacían sus existencias de activos intangibles y capacidades, los efectos negativos pueden verse inmediatamente reflejados en la cuenta de pérdidas y ganancias. Sin embargo, hay que ser realistas, las dificultades de poner un valor financiero fiable en activos como la tramitación de un nuevo producto; las capacidades del proceso; las habilidades, motivación y flexibilidad de los empleados; la fidelidad de los clientes; las bases de datos y los sistemas, es probable que impidan que esos aspectos sean reconocidos en los balances de situación de la organización. Sin embargo, estos mismos son los activos y capacidades críticos para alcanzar el éxito en el entorno competitivo de hoy y del mañana.

Los resultados financieros son el pasado y el presente de las empresas en tanto que los no financieros son el futuro. En un párrafo de *La Gerencia*, P. Drucker<sup>30</sup> dice que: «El management debe considerar siempre tanto el presente como el futuro, a corto y a largo plazo. No se resuelve un problema de administración si se obtienen ganancias inmediatas con peligro de la salud a largo plazo, quizás, incluso, de la supervivencia de una firma. El caso demasiado frecuente del gran administrador que obtiene notables resultados económicos mientras dirige la empresa, pero deja en pos de sí un casco que se hunde, es un ejemplo de la acción gerencial irresponsable y de la incapacidad para equilibrar el presente y el futuro. La administración siempre

---

30

P. Drucker, *La Gerencia. Tareas, responsabilidades y prácticas*, El Ateneo, 1973.

debe hacer ambas cosas. Debe mantener la actividad de la empresa en el presente, o de lo contrario no habrá una empresa que pueda desempeñarse en el futuro. Y tiene que lograr que la empresa sea capaz de rendimiento, crecimiento y cambio en el futuro. De lo contrario, habrá destruido capital; es decir, la capacidad de los recursos para producir riqueza en el futuro».

Otro famoso como Deming<sup>31</sup> afirma que: «La actuación de la dirección se debería medir por el potencial para permanecer en el negocio, por proteger la inversión y asegurar los dividendos futuros y los puestos de trabajo al mejorar el producto y el servicio, y no por los dividendos trimestrales».

El siguiente ejemplo demuestra lo dicho: Se trataba de la incorporación del software de correo electrónico. Fue a mediados de los 90, cuando el correo electrónico aún no tenía la difusión que actualmente alcanza y registraba un precio mucho más elevado que el de hoy en día; era un producto con un costo importante por usuario. En ese momento, la empresa seleccionó el producto de correo electrónico de HP. Desde el área de IT, se sostenía la importancia de poner en funcionamiento el *e-mail*, como ya se lo denominaba. En primer lugar, porque se consideraba al producto esencial para la calidad de atención al cliente que pretendía la organización; y en segundo lugar, porque también se creía en el valor que aportaba a la empresa un mejorado sistema de comunicaciones. Entre otras cosas, se señalaba que el correo electrónico impondría una nueva forma de relacionarse hacia afuera y hacia adentro de la organización. El correo electrónico se caracteriza por tener la formalidad del correo escrito tradicional y la informalidad y la velocidad de una llamada telefónica. Su uso agiliza la comunicación formal con los clientes y entre empleados dentro de la organización e informaliza la comunicación interna. Para acercar el *e-mail* a los 400 puestos de trabajo que tenía en ese momento la organización se necesitaban varias decenas de miles de dólares. El sector de sistemas citó todas las bondades no financieras, pero como no se pudo establecer un correlato directo entre las bondades del correo electrónico y un indicador financiero, el proyecto no fue aprobado en su magnitud original. La dirección decidió incorporar solamente 10 licencias como prueba piloto que solo daban cobertura al gerente de una planta (sobre un total de 6) y a sus jefes inmediatos.

Hoy ninguna empresa prescinde del correo electrónico del mismo modo en que

---

<sup>31</sup> W. Edwards Deming, *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*, Díaz de Santos, 1989.

tampoco prescinde del teléfono. Es verdad que los costos bajaron sustancialmente pero ¿los costos hubieran bajado sin la amplia difusión que tuvo? ¿Cuánto valía en términos financieros que la organización estuviera mejor comunicada internamente? ¿Cuánto valía darles ese mejor servicio a los clientes? ¿Cuánto valía el cambio cultural que el *e-mail* introduciría en las organizaciones?

Los Sistemas ERP aportan valor a la organización en su conjunto. No deben verse como la solución a un problema sectorial. No se los puede medir desde una óptica financiera. Es indispensable valorarlos desde otras perspectivas. Su aportación de valor no podrá aislarse de una medición del conjunto al cual pertenece.

#### **4.2-¿Por qué se insiste en una visión financiera?**

A pesar de lo que ya han dicho personalidades de la talla de Drucker, Deming, Kaplan y Norton, ¿por qué muchas organizaciones insisten en mirar poco más que los resultados financieros?

En un famoso libro del año 1982, llamado *En busca de la excelencia*, cuyos autores fueron Tom Peters y Bob Waterman, se enumeró una lista de cualidades que, a juicio de los autores, deberían tener las empresas que quisieran ser exitosas. En este listado se encontraban, por ejemplo, una clara visión corporativa, valores profundos y un alto nivel de congruencia entre los elementos de la estrategia y la estructura organizacional. Para esta enumeración, se basaron en una investigación que realizaron sobre 43 compañías a las que ellos denominaron como excelentes. En el año 2000, solo 5 de las 43 empresas se encontraban a flote.

Pascale, Millemann y Gioja, en *Surfing The Edge of Chaos*, señalan que la tendencia hacia el fracaso de las empresas estaba creciendo. E indican también que entre 1976 y 1985, el 10% de las empresas Fortune 500 desaparecieron de la lista. En los siguientes cinco años, el ritmo de desgaste saltó al 30% y en el lustro posterior llegó al 35%.

¿Por qué las empresas, advertidas de las amenazas competitivas, no logran adoptar una conducta que les permita sostener el éxito? La respuesta es: «los modelos mentales».

Los modelos mentales son filtros a través de los cuales los seres humanos organizan y dan sentido a sus experiencias. Esos modelos mentales son, como define Edgard

Schein<sup>32</sup>, «patrones de supuestos básicos compartidos, aprendidos por un grupo durante el proceso de resolver sus problemas de adaptación externa e integración interna. La prueba de que este patrón de supuestos funciona es que ha operado lo suficientemente bien como para ser considerado válido y, por lo tanto, apto para ser enseñado a los nuevos miembros como la manera correcta de percibir, pensar y sentir los temas atinentes al grupo». Estos patrones pasan de generación en generación y pierden su raíz experiencial para convertirse en una verdad absoluta. En lugar de ser la manera en la que el grupo ha respondido efectivamente a los desafíos del pasado, se convierte en la única forma correcta de responder a los desafíos del presente y del futuro.

Muchas veces se puede escuchar a gerentes tratando de justificar los proyectos de inversión en Sistemas ERP. Y siempre parece repetirse la misma película; es decir que opera el modelo mental. Infinidad de horas-hombre consumidas inútilmente en buscar posibles beneficios financieros, recorriendo oficinas, llamando a usuarios de otras empresas, discutiendo con consultores y proveedores de software, y por último, utilizando toda su poderosa creatividad para inventar beneficios de supuestas mejoras que no se sabe cómo lograr.

Para salir del encierro al que crean los modelos mentales, es necesario reconocer su existencia. El modelo que propone la contabilidad financiera está muy enquistado en la cultura empresaria. A partir del momento en que se acepta su presencia, comienza el tránsito hacia un modelo más completo.

### **4.3-Los beneficios que aporta un Sistema ERP**

Un trabajo de investigación realizado por Shari Shang y Peter Seddon<sup>33</sup> con el propósito de descubrir los posibles beneficios a obtener de la implementación de un Sistema ERP evidencia lo difícil que es valorar un Sistema ERP. Los autores analizaron 233 casos de implementación de Sistemas ERP. Estos casos han sido publicados por ellos en sus respectivos sitios de Internet. Obviamente, son casos de supuestos éxitos.

Los autores de la investigación efectuaron primero una revisión de la amplia

---

<sup>32</sup> M. Shields, *E-Business and ERP: Rapid Implementation and Project*, el autor, 2000.

<sup>33</sup> S. Shang, y P. Seddon, *Comprehensive Framework for Classifying the Benefits of ERP Systems*, Paper-The University of Melbourne, 2001.



literatura sobre sistemas de la información publicada desde el año 1970 en adelante, a los efectos de descubrir en ella todos los beneficios posibles de la implementación de sistemas de información.

Luego, clasificaron todos los posibles beneficios relevados en cinco grandes dimensiones y, a su vez, a cada dimensión en subdimensiones:

- a) Beneficios operacionales: son los provenientes de la automatización de las operaciones repetitivas. Aumentando la velocidad de los procesos, sustituyen trabajo e incrementan el volumen de operaciones.
- b) Beneficios para la gestión y la dirección: se producen por una mejora en la información. Proveen de mejores recursos a la dirección para la toma de decisión y el planeamiento.
- c) Beneficios estratégicos: son todos aquellos que tienen que ver con la capacidad que brinda el sistema para obtener ventajas competitivas.
- d) Beneficios en infraestructura de IT: se refiere a los producidos gracias a la capacidad de reusabilidad y compartición de recursos de tecnología informática.
- e) Beneficios organizacionales: son los que surgen de una mejora en el desarrollo de los recursos humanos.

Por último, analizaron uno por uno los 233 casos y extrajeron los beneficios obtenidos en cada uno de ellos, para luego ubicarlos dentro de alguna de las dimensiones enumeradas.

El resultado de dicho análisis fue el siguiente:

- a) El 73% de los casos ha manifestado tener beneficios operacionales.
- b) El 55% de los casos ha manifestado tener beneficios gerenciales.
- c) El 56% de los casos ha manifestado tener beneficios estratégicos.
- d) El 83% de los casos ha manifestado tener beneficios en infraestructura de IT.
- e) El 14% de los casos ha manifestado tener beneficios organizacionales.

De la observación de las cifras, surge claramente que los beneficios que tienen un carácter netamente funcional (como los operacionales y los de infraestructura son ampliamente reconocidos y, en general, equivocadamente no discutidos. Lo que ocurre en estos casos es que, desde la óptica del responsable de una función, solo se

suele ver la optimización de esa función, pero es muy probable que el proceso al que pertenece la función no se haya mejorado y que, por el contrario, se haya visto perjudicado debido a la activación del fenómeno de suboptimización.

Un principio sistémico indica que, para optimizar un sistema, es necesario suboptimizar los subsistemas que lo componen. Por ejemplo: en una empresa industrial, el departamento de ventas debe vender lo que la empresa puede producir, por lo cual debe suboptimizarse en función de la producción posible. A su vez, producción no puede producir todo su máximo potencial, sino que debe producir en función de lo que el departamento de ventas puede vender. Por lo tanto, para que el sistema empresa se optimice, ventas y producción deben suboptimizarse.

Los sistemas ERP tienen por objetivo mejorar la gestión global de la empresa, y como la mejora global de la organización implica la suboptimización de sus partes componentes, es lógico que desde la óptica de los suboptimizados se vivencie como fracaso. Los beneficios para la gestión y la dirección o estratégicos son difíciles de reconocer y de percibir, pero el caso más llamativo es el de los organizacionales. Normalmente, los trabajos de implementación de Sistemas ERP son muy exigentes: requieren que muchos miembros de la organización se apliquen exclusivamente a esta actividad, que se revisen procesos por completo, que se discuta sobre sus posibles mejoras, que se aprendan prácticas de otras organizaciones, etcétera. La implementación de Sistemas ERP es, sin lugar a dudas, un proceso muy enriquecedor para muchos miembros de la organización. En este marco, es muy improbable (casi se podría decir que es imposible) que no se obtengan beneficios organizacionales. Sin embargo, es el menos reconocido de todos los posibles beneficios elaborados en el estudio. Solo el 14% de los casos manifestó haber mejorado en lo organizacional. Esto no tiene sentido alguno y demuestra a las claras que el fenómeno del funcionamiento de los modelos mentales opera muy fuertemente al momento de valorar un Sistema ERP.

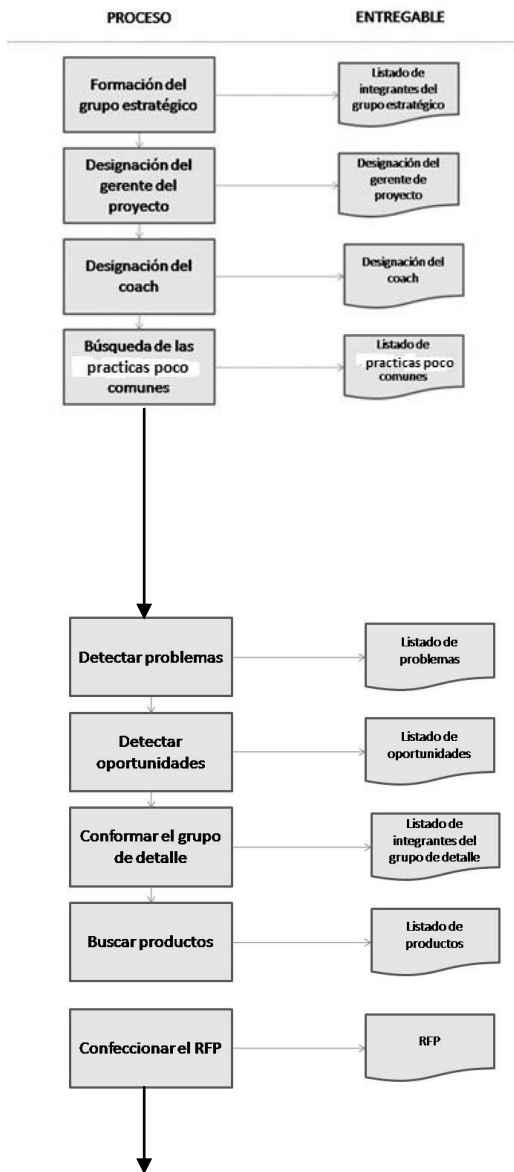
## **Capítulo VII**

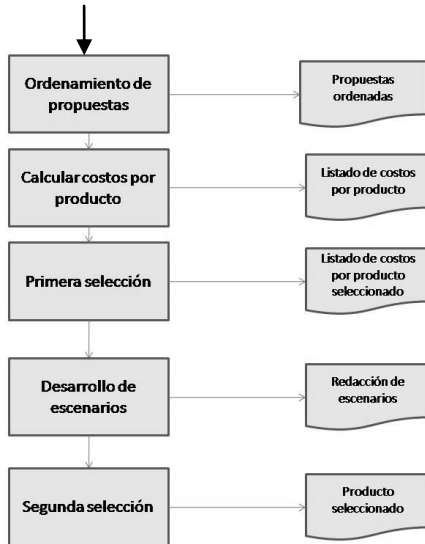
### **La etapa de selección - El proceso**

#### **1-El proceso de selección**

Un buen proceso de selección se asienta sobre tres aspectos fundamentales: la formación del grupo de decisión, la preparación de qué criterios considerar en el proceso de decisión y, por último, cómo elegir entre las posibles alternativas. Todo el proceso aquí definido se sustenta en los actuales fundamentos de la administración moderna. La formación de los grupos de decisión se sustenta, principalmente, en la necesidad de lograr una solución compartida de negocio y en evitar la influencia de la autoridad en los agentes decisores; los conceptos utilizados se refieren, esencialmente, al aprendizaje en equipos y al liderazgo de grupos. De los aspectos a considerar en el proceso de selección (requisitos funcionales), se pondrá énfasis en la gestión de la complejidad, asumiendo la imposibilidad de relevar todas las necesidades de la organización. Por último, en cuanto a elegir entre los posibles productos, se trabajará sobre la base del modelo matemático denominado Proceso Analítico Jerárquico (en inglés *Analytic Hierarchy Process* o AHP), que posibilita la integración de la visión compartida, el bloqueo a la influencia de la autoridad, y se complementa con una selección cuidadosa de los criterios a utilizar.

Para que se facilite la comprensión del proceso de selección, se presenta el siguiente esquema de subprocesos (Ver Figura 18):





**Figura 18**

## **2-De la formación de los grupos de selección**

Un aspecto primordial del proceso de selección es el cuidado que se debe tener en la conformación y constitución del equipo de selección. Por este motivo, a continuación, se tratarán algunas perspectivas en las que se debe prestar mucha atención.

### **2.1- Quiénes deben intervenir en la selección**

Antes de pasar al análisis acerca de quiénes y por qué deben intervenir en la selección, y para que no queden dudas respecto de algunos términos y conceptos, se evocará la segmentación de la organización en cinco grupos desarrollada por Mintzberg<sup>34</sup> (Ver Figura 19). El primero es el denominado núcleo operativo, que está

<sup>34</sup> H. Mintzberg, *Diseño de organizaciones eficientes*, El Ateneo, 1989.

integrado por las personas que realizan las operaciones básicas de producción y servicios. Luego está el grupo que denomina la cumbre estratégica, donde está la alta gerencia; según las palabras de Mintzberg: «este grupo es el encargado de asegurar que la organización cumpla su misión de manera efectiva, y también que satisfaga las necesidades de aquellos que la controlan o que de otra forma tengan poder sobre la organización (tal como su propietarios, agencias del gobierno, sindicatos de empleados, grupos de presión)». La línea media es la cadena de gerentes y jefes con autoridad formal que une la cumbre estratégica con el núcleo operativo. La tecnoestructura, en tanto, se encarga de diseñar, planear, cambiar o entrenar gente para que la corriente operacional se desarrolle coordinadamente. Este grupo de la organización sirve para llevar a cabo ciertas formas de estandarización como un medio de armonizar las actividades de la gente. Por último, está el grupo de staff de apoyo, que no tiene la finalidad de estandarizar, sino de brindar servicios indirectos, desde un correo hasta un departamento de asesoramiento legal.



**Figura 19**

Ahora que ya se conoce la idea de qué es lo que se deberá decidir y cuáles son los grupos básicos dentro de una organización, es posible configurar la proveniencia de las personas que formarán parte del proceso de selección.

Será necesaria la presencia de gente capaz de reinterpretar el negocio para generar un nuevo diseño. Si existe una necesidad de reinterpretar, esto solo será posible

partiendo del profundo conocimiento de los procesos, las funciones organizativas vigentes y los requisitos de información para la toma de decisiones.

Cada uno de los grupos descriptos deberá tener su representación en el proceso de selección.

### **2.1.1-La tecnoestructura**

Este grupo aporta los expertos en procesos, que son aquellas personas con los siguientes conocimientos:

#### *Alto conocimiento*

- Los objetivos del proceso.
- Los procedimientos que integran los procesos.
- La información que ingresa al proceso.
- La información que emite el proceso.
- Las posibilidades que brinda el software aplicativo que soporta el proceso.

#### *Mediano conocimiento*

- Las funciones que componen los procesos.
- Las características de cada tarea.

### **2.1.2-El núcleo operativo**

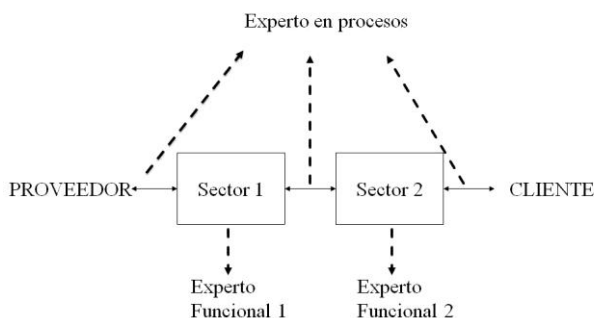
Fundamentalmente, este grupo aporta los expertos funcionales, que son los que tienen el conocimiento de las tareas que se realizan en cada sector. Son los que reciben el input de un sector y lo transforman en el output para otro, en un encadenamiento que es el que conforma el proceso.

### **2.1.3-Conocimiento de procesos vs. conocimiento de funciones**

La mejor forma de explicar esta diferencia es con un ejemplo. En el proceso de la cadena de abastecimiento, una tarea posible es la de ingresar la mercadería al stock; de este modo, un funcional ingresaría al sistema el código de producto, el número de lote, la fecha de vencimiento de lote, etcétera. Seguramente, el operario funcional sabe que tiene que ingresar esos datos, pero es posible que solo tenga un mínimo

conocimiento del por qué y el para qué. Por el contrario, el conocedor de procesos debería saber que la mercadería ingresa al stock abierta por lotes porque el servicio al cliente requiere de una perfecta desagregación de las materias primas que conforman el producto final. También, debe saber que el sector de producción requiere la fecha de vencimiento de cada lote que ingresa al proceso, pero posiblemente desconozca cuántos dígitos tiene el código de producto o si en el vencimiento solo hay que ingresar el día y el mes o solo el mes de vencimiento.

La figura 20 muestra esquemáticamente la diferencia entre el conocimiento de procesos y el funcional.



**Figura 20**

#### **2.1.4-Línea media**

Son personas del nivel de jefaturas y de gerencias; expertos en la toma de decisiones de corto y mediano plazo, muy pendientes de lo inesperado, que deben tener una buena visión de los procesos. Son, a su vez, muy requirentes de información no programada. Su participación es esencial para definir los requisitos de información para la toma de decisión.

#### **2.1.5-El staff de apoyo**

El staff de apoyo deberá aportar gente de dos áreas específicas: la de Sistemas y la



de compras.

### **2.1.5.1-Personal de Sistemas**

El máximo responsable del sector que gestiona los sistemas de información deberá participar activamente en el proceso de selección. Deberá identificar las restricciones tecnológicas y evaluar técnicamente las distintas alternativas. Por su relación con todos los sectores de la organización, suele ser un gran conocedor de los procesos. Normalmente, es la persona más capacitada para calcular los costos de este tipo de proyectos, ya que las erogaciones son, en su mayoría, tecnológicas.

### **2.1.5.2-Personal de compras**

En general, los departamentos de compras son autónomos para la adquisición de materias primas, insumos y aquellos bienes que no requieren de un conocimiento técnico muy especializado. La compra de un Sistema ERP es algo muy especial no solo por su componente tecnológico; además requiere de conocimientos que involucran a toda la organización. Por lo tanto, el proceso de compra debe estar bajo el control del experto en Sistemas ERP. Estos, a su vez, deberán apoyarse en el conocimiento de los profesionales del sector de compras, ya que ellos son quienes saben negociar y contratar. Su participación, además, dará transparencia a todo el proceso, que involucra muchos proveedores y mucho dinero.

### **2.1.6-La cumbre estratégica**

La reinterpretación de la realidad implica también una idea de los posibles escenarios futuros; estos escenarios son solamente componibles por personas con mucho conocimiento del contexto de la organización (del mercado). Es la gente que en las organizaciones toma las decisiones de largo plazo. Son los encargados de las funciones de planeamiento estratégico y, por ende, los que se encuentran en mejores condiciones de reinterpretar el diseño en función del profundo conocimiento de las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas. Todos ellos deben ser parte del proceso de selección de un Sistema ERP.

Sin duda alguna, en el proceso de selección, deben intervenir representantes de los cuatro grupos desarrollados. Dado que los Sistemas ERP afectan a la generalidad de las actividades de una organización y dada la imposibilidad de que todos los miembros de la organización participen del proceso de selección, el problema se

centra en decidir qué sectores (y quiénes) estarán representados en el proceso de selección.

Lo más importante en el proceso de selección es encontrar, dentro de la organización, cuáles prácticas son poco comunes en el mercado, cuáles son los problemas y cuáles son las oportunidades que se desean aprovecharse (como se verá más adelante). En función de estos tres conceptos, se debe seleccionar las funciones involucradas (aquellas que son afectadas por las practicas poco comunes, los problemas y las oportunidades) y luego gente que las conozca muy bien (a nivel de funciones y de procesos) para que ellos ayuden a encontrar alternativas dentro de cada uno de los Sistemas ERP que se ofrezcan.

## 2.2-El grupo de selección

Cómo trabaje el grupo y cómo se desempeñen sus miembros dentro de él será un tema clave para lograr los mejores resultados posibles. El grupo de trabajo estará conformado por gente proveniente de distintas áreas. En su mayoría, no serán compañeros habituales de trabajo y deberán lograr resultados rápidos. Las características de significatividad del trabajo, urgencia en la conclusión de las tareas y el carácter de grupo en formación imponen mucho cuidado en los aspectos vinculados a las relaciones humanas. Los miembros de las organizaciones actúan con la influencia de determinados modelos mentales. Kofman<sup>35</sup> señala una actitud muy arraigada en el comportamiento de los individuos en la organización, al que denomina «modelo mental de control unilateral».

Kofman, siguiendo trabajos de Argyris y Schon, enuncia, como supuestos de este modelo, lo siguiente:

- a) Las personas suponen ser absolutamente racionales, creen ver las cosas como en realidad son.
- b) Se sienten accesibles y adaptables, pero solo cuando les ofrecen argumentos que ellos consideran «lógicos».
- c) Creen que sus interlocutores son irracionales, inaccesibles e inadaptables.
- d) Piensan que las personas son como son y no cambian, por eso es inútil intentar que modifiquen su posición.

---

<sup>35</sup> F. Kofman, *Metamanagement*, Gránica, 2001.

- e) Los errores son crímenes merecedores de castigos.

Las estrategias de este modelo son:

- a) Definen metas unilateralmente y las persiguen sin aceptar influencias de los demás.
- b) Siempre tratan de ganar a toda costa.
- c) Comparten información solo cuando esta apoya el propio punto de vista.
- d) Dan incentivos externos para asegurarse acatamiento.

Si el modelo mental de las personas que pasarán a formar parte del grupo de selección es este, en el grupo ocurrirá que:

- e) Todos actuarán defensivamente, tratando de manipularse mutuamente.
- f) Las personas experimentarán miedo, estrés y enojo.
- g) Los errores crecerán y se multiplicarán.
- h) Se despreciarán todas las actitudes de explorar nuevas ideas y posibilidades.
- i) La fijación de métodos será autoritaria.

Sin duda que es esencial que estos comportamientos sean atendidos para que el proceso de selección tenga un buen final. El conocimiento de la presencia de este modelo es muy importante para considerar las tareas, formas y métodos que se adopten en el proceso de selección de un Sistema ERP.

### **2.3-El respeto a la autoridad**

El respeto a la autoridad es uno de los aspectos que más incidencia tiene en el comportamiento de los grupos de decisión. El psicólogo social Stanley Milgram realizó un experimento que muestra el increíble efecto del respeto a la autoridad. A esta investigación se la denominó Experimento Milgran y se llevó a cabo en la Universidad de Yale. El resultado del experimento fue publicado en 1963 en la revista *Journal of Abnormal and Social Psychology* bajo el título «*Behavioral Study of Obedience*» («Estudio del comportamiento de la obediencia»). A continuación se relatará el experimento.

Se contrataron 1000 hombres a quienes pagaron cuatro dólares por participar en un estudio sobre «la memoria y el aprendizaje». Estas personas no sabían

que en realidad iban a participar en una investigación sobre la obediencia.

Cuando cada participante llegaba al impresionante laboratorio se encontraba con un experimentador (un hombre con una bata blanca que desbordaba autoridad), y un compañero que, como él, iba a participar en la investigación.

Uno era designado para hacer de «maestro» y al otro le correspondía el papel de «alumno». La tarea del maestro consistía en leer pares de palabras que el alumno debería ser capaz de repetir. Si fallaba, el maestro tendría que darle una descarga eléctrica como una forma de reforzar el aprendizaje.

El experimento comienza. Los errores iniciales son castigados con descargas leves que van en aumento. Cada vez que el maestro intenta detenerse el experimentador le dice impasible: «Por favor, continúe». Si sigue dudando utiliza la siguiente frase: «El experimento requiere que continúe». Después: «Es absolutamente esencial que continúe» y por último: «No tiene elección. Debe continuar». Si después de esta frase se seguía negando, el experimento se suspendía.

El maestro no sabía que el alumno y el experimentador estaban complotados, y que el alumno fingía la recepción de las terribles descargas eléctricas.

Los datos obtenidos sorprendieron a todos: el 62,5% de los sujetos obedeció hasta el final, llegando a los 450 voltios, incluso aunque después de los 300 el alumno no daba ya señales de vida. Investigaciones similares posteriores han arrojado siempre resultados idénticos.

La actitud de respeto y sumisión a la autoridad es una conducta de las que se adquieren en los primeros años de vida, de esas que forman parte de «la personalidad nuclear». En algunas personas más, en otras un poco menos, pero en todas hay una relación de respeto a la autoridad que, en presencia de ella, inhibe una actitud desenvuelta, libre e independiente. En el grupo de selección, es conveniente evitar las relaciones de autoridad. Un superior, por más que quiera evitarlo, siempre inhibirá en alguna medida el desenvolvimiento del subordinado.

### **3-Duración del proceso de selección**

Los Sistemas ERP son notablemente diferentes uno de otros y posicionan en el mercado sobre la base de tres dimensiones. Que son:

- a) Funcional.
- b) Tamaño.

c) Geográfica.

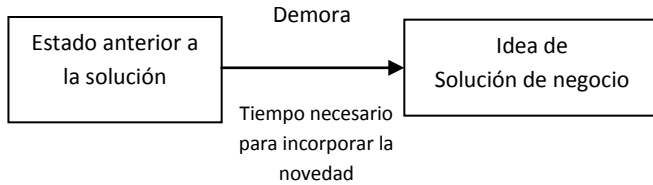
Son muy diferentes los productos que se posicionan para empresas mineras que los que se posicionan para empresas financieras. También, son muy diferentes los productos pensados en función del tamaño de la empresa, no es lo mismo un Sistema ERP pensado para corporaciones que los que han sido pensados para grandes empresas o para pymes. Y tampoco es lo mismo desarrollar un Sistema ERP para Rusia o para China, o para la Argentina.

Sería un gran error no darle al proceso de selección la gran importancia que tiene. El proceso de selección es muy enriquecedor para los miembros y para la organización. Se aprende mucho de los proveedores y se aprende mucho del mercado. Se dialoga entre usuarios de diferentes sectores y de distintos procesos con un nivel de igualdad que favorece el debate de ideas creativas y la búsqueda de soluciones. Encontrar la solución a un problema no es algo simple ni que pueda ocupar poco tiempo. Es necesario esperar las demoras del sistema de aprendizaje. Entre la formulación del problema y la presunción de una solución, existe, necesariamente, un tiempo que dependerá de las características del grupo y de las características de la solución pensada.

Pasar de un estado (el anterior a la solución) a otro estado, implica un rediseño (Ver Figura 21). Según Josep Burcet Llampayas<sup>36</sup> el diseño tiene por objeto la determinación de las cualidades formales de una situación. Y luego dice: «Lo más importante que aporta la idea de diseño es que se lleva a cabo a partir de una forma renovada de ver el mundo y una nueva manera de interpretar las necesidades que presenta. Detrás de cada producto de diseño hay una reflexión sobre la realidad que, en mayor o menor medida, consiste en una reinterpretación de las necesidades, los deseos, los gustos y los anhelos de las personas». En definitiva, junto con la selección de un producto, lo que se intenta es rediseñar la organización para dar solución a los problemas y aprovechar las oportunidades.

---

<sup>36</sup> J. Burcet Llampayas, [www.burcet.net](http://www.burcet.net).



**Figura 21**

Pasar de un diseño a otro implica el deseo de salir de una situación de insatisfacción para pasar a otra situación de mayor satisfacción. Para que este deseo ocurra en una organización, es necesario compartir una visión, pues si este deseo no existe en las personas que tienen que actuar, habrá hostilidad.

Para que el diseño cumpla su fin, debe poder ser entendido por la gente. Esta reinterpretación de la realidad no puede ser totalmente ajena al conocimiento que se tiene de la realidad previa al nuevo objeto. Para que se entienda bien, primero hay que explicar la diferencia entre un diseñador y un artista. Un artista puede crear independientemente del conocimiento o la interpretación que la gente pueda tener de un objeto. El afamado pintor Pablo Picasso, con insolencia y creatividad, fue el precursor de una nueva era en la pintura. El nacimiento de esta etapa se marca con la creación de su obra *Les demoiselles d'Avignon*, que fue a parar a un placard de su taller porque ni sus más allegados la interpretaron. Este nuevo estilo creado por este extraordinario artista se denominó Cubismo. Picasso creó un nuevo concepto que, en sus orígenes, nadie comprendió y que recién con el pasar de los años fue siendo interpretado por el resto de la gente. Por el contrario, el diseñador no puede darse el lujo de no ser interpretado. El diseñador no crea, reinterpreta; debe introducir una cierta dosis de novedad a un concepto ya existente para que el mismo pueda ser comprendido.

Por lo tanto, cuando se diseña una organización, lo que se está haciendo, realmente, es agregar una dosis de novedad a una idea de organización preexistente. Si la dosis de novedad es absoluta; es decir, si el diseño se transforma en arte, no podrá ser interpretado por la gente porque resultará absolutamente incomprensible y será totalmente ignorado, como ocurrió con Picasso por mucho tiempo. Si por el contrario, todo es conocido, no habrá novedad.

Por lo expuesto, se puede afirmar que el diseño implica una adecuada dosis de novedad: ni tanto como para que no sea comprendida ni tan poca como para que no sea novedad. Cuanto más grande sea la carga de novedad del nuevo diseño, más grande será la dificultad para comprenderla. Hacer frente a la novedad configura un problema y un problema es siempre subjetivo. La propuesta puede ser más o menos asimilada; todo dependerá de cuánto se desee la visión, cuánto se la entienda y de cuán posible se la considere.

#### **4-Planificación de actividades**

La tarea de seleccionar un Sistema ERP debe ser considerada como un proyecto. El Instituto de Gestión de Proyectos (en inglés, *Project Management Institute* o PMI) es una organización que intenta establecer estándares para la gestión de proyectos. Para el logro de dicho fin, PMI desarrolló el Libro de Conocimiento en Gestión de Proyectos (en inglés, *Project Management Book of Knowledge* o PMBOK) donde se establecen todo un conjunto de prácticas que se recomiendan seguir para lograr los objetivos perseguidos.

Según PMBOK, un proyecto reúne las siguientes características:

- a) Un proyecto intenta dar solución a un problema (cubrir una necesidad).
- b) Es temporal.
- c) Es único en el tiempo y no repetible bajo las mismas circunstancias.
- d) Conlleva incertidumbre.
- e) Consume recursos: tiempo, dinero, materiales y trabajo.

Todas estas características las reúne la selección de un Sistema ERP. Por lo tanto, es conveniente que quien dirija un proyecto de estas características tenga buenos conocimientos de las pautas para llevar un proyecto de esta envergadura al logro de sus objetivos.

Se propone que para el proceso de selección de un Sistemas ERP se formen dos grupos: uno compuesto por todos los miembros de la cumbre estratégica que sean responsables de la gestión de la empresa, al que se denominará grupo estratégico; y otro integrado por representantes de la línea media y el núcleo operativo, al que se llamará grupo de detalle. Uno de los principales motivos para conformar dos grupos es tratar de minimizar la inhibición que provoca el respeto a la autoridad. Las

personas que integren el grupo de detalle no sufrirán el retraimiento que significaría tener que trabajar codo a codo con los miembros del grupo estratégico, donde obviamente estarán sus jefes. Entre los representantes del grupo de detalle, se deben evitar las relaciones de autoridad; es decir que no deben integrarlo personas de la línea media junto con personas del núcleo operativo, cuando entre ellas exista una relación de dependencia. De esta manera, se obtienen muy buenos resultados, ya que emergen a la superficie y se hacen visibles problemas organizacionales que por excesivo respeto a la autoridad no se hubieran podido observar.

Otro de los motivos por los cuales es conveniente utilizar dos grupos está relacionado con que el grupo estratégico no tiene la disponibilidad de tiempo que sí pueden tener los miembros del grupo de detalle, y así, los primeros no le quitan ritmo de trabajo a los segundos.

Ambos grupos deberán cruzarse documentos con los avances del trabajo y las conclusiones a las que se vaya arribando. A las reuniones con proveedores y a las visitas a otras empresas, es conveniente que asistan ambos grupos en forma conjunta, a los efectos de que todos tengan la misma información y obtenida desde la misma fuente.

El grupo estratégico deberá programar las siguientes tareas:

- 1) Nombrar un gerente de proyecto.
- 2) Designar un coach.
- 3) Buscar las prácticas poco comunes.
- 4) Detectar problemas en el proceso actual.
- 5) Detectar oportunidades.
- 6) Conformar el grupo de detalle.
- 7) Buscar productos.
- 8) Confeccionar el RFP.
- 9) Estimar los costos.
- 10) Primer nivel de análisis y selección de candidatos finalistas.
- 11) Segundo nivel de análisis y selección final.

## **5-Nombrar el gerente de proyecto**

El grupo estratégico deberá encargarse de una planificación detallada de las actividades de esta etapa. Una de las primeras tareas que deberá enfrentar es el



nombramiento de un gerente del proceso de selección, que deberá recaer en uno de ellos. En general, suele nombrarse al responsable de Sistemas.

## **6-Designar un coach**

El coaching es una relación que se establece entre dos personas con el objetivo de que una facilite a la otra la obtención del éxito. La persona facilitadora es la que se denomina coach y la que recibe la ayuda es el coachee.

No hay que olvidar que para los integrantes del equipo de selección posiblemente sea esta la primera y la única vez que intervengan en un proceso de selección de software. Esto significa que casi con seguridad tendrán muy poca experiencia o nula. Que una persona se aventure a dicha tarea sin un coach sería una decisión poco aconsejable.

El denominado «éxito» es definido por el coachee; mientras que el coach facilita al coachee el logro del mismo.

El coaching es, en definitiva, un proceso de aprendizaje que será guiado por un experto a quién el coachee se subordinará para que lo ayude al logro del éxito.

El coach será la persona que guiará el proceso de aprendizaje. El coach es un observador activo que debe cuestionar respetuosamente, enseñar a preguntar e interrogar; pero debe abstenerse de establecer conclusiones. Ni siquiera prescribe, solo observa y pone en evidencia. El alumno que aprende se da cuenta por sí mismo de lo que hace mal.

El coachee se debe subordinar reconociendo su incapacidad para resolver el problema por sí solo. Para que el proceso de aprendizaje se produzca, es fundamental que el aprendiz confíe en su coach.

Kofman<sup>37</sup> enuncia cinco dimensiones fundamentales para que el coach logre la confianza del coachee:

- a) Competencia: es decir, que el coach domine la acción.

---

<sup>37</sup> F. Kofman, *Metamanagement*, Gránica, 2001.

- b) Integridad: congruencia entre las intenciones declaradas por el coach y su comportamiento.
- c) Confiabilidad: implica el fiel cumplimiento de los compromisos asumidos con el coachee.
- d) Ubicación: el acuerdo entre coach y coachee están dentro de un marco de competencia del cual no se debe salir.
- e) Respeto: emitir juicios respetuosos sin etiquetar o calificar a las personas, evitando dañar su estima.

También es importante identificar a los enemigos del aprendizaje, que son:

- a) La ceguera: es la inconsciencia del desconocimiento.
- b) El miedo: hay personas que tienen miedo de mostrarse como incompetentes en algo porque piensan que esto puede quebrar su imagen.
- c) La vergüenza: la torpeza en el accionar del aprendiz puede generar miedo al ridículo.
- d) La tentación: de sentirse liberado del fracaso en el proceso de aprendizaje responsabilizando al coach.
- e) El orgullo: pedir ayuda implica reconocer una necesidad; y las personas omnipotentes pueden quedar atrapados en este enemigo.
- f) La pereza: aprender es una tarea exigente y requiere de una práctica esmerada.
- g) La desconfianza: la efectiva realización del proceso de aprendizaje dependerá de la confianza entre coachee y coach.

El coach debe saber de administración, informática y técnicas de coaching. Debe poseer experiencia en la selección de Sistemas ERP. El coach no puede tener un conflicto de intereses con ninguna solución ni debe dejar lugar a dudas respecto de su independencia y su compromiso con el coachee.

Es muy importante que se logre un consenso respecto a la persona que realizará este trabajo. No es conveniente continuar con el proceso de selección hasta que el coach esté integrado al equipo.

El equipo está frente a un problema: seleccionar un Sistema ERP. Solucionar un problema significa tener que pasar de un estado a otro sin saberse cómo. Guardar dinero en una caja fuerte y no saber cuál es la combinación numérica que la abre es estar en un problema. Para quien conoce la combinación de la caja fuerte, el

problema no existe. Por ende, se debe considerar al problema como un concepto subjetivo. Lo que para una persona puede considerarse un problema para otra no lo es. En conclusión, y según palabras de Kofman<sup>38</sup>, «un problema significa que el desafío planteado por la situación sobrepasa la capacidad de respuesta de la persona que intenta alcanzar un objetivo».

Si se comprende el significado de la palabra «problema» se podrá percibir que lo que se estará haciendo en un grupo de selección de un Sistema ERP es aprendiendo a solucionar este problema. Si se está aprendiendo lo mejor, es que alguien está enseñando.

## **7-Buscar las prácticas poco comunes**

Los proveedores de Sistemas ERP suelen decir que ellos tienen incorporados en sus sistemas «las mejores prácticas» de los negocios; conocimiento que han ido adquiriendo a través de los años y de las empresas en las que han instalado sus productos. En otras palabras, esto significa que advirtieron las mejores formas de desarrollar las tareas y de coordinar las actividades (procedimientos); que detectaron el protocolo más adecuado para comunicarse entre los sectores y observaron el conjunto de posibles restricciones de la actividad y que toda esta pericia está inserta en el software que venden. A esto llaman «las mejores prácticas».

El concepto «mejores» presenta un aspecto marcadamente subjetivo. ¿Mejor para quién y dónde? Las organizaciones están fuertemente influidas por el medio en el que se desenvuelven; en ellas impacta decisivamente el contexto político, social y económico. Las organizaciones tienen profundas diferencias en distintos contextos espaciales y temporales. Aunque se trate de la misma empresa, es posible que una tarea determinada se resuelva «mejor» de cierta manera en una región y de otra forma en otra. En este caso, ¿cuál de ellas es la mejor práctica? Las prácticas que en una organización, bajo una determinada cultura organizacional, pueden haber funcionado perfectamente; bajo el influjo de otra cultura, pueden andar terriblemente mal.

En lugar de apelar al concepto de «las mejores prácticas» se utilizará el de «las

---

<sup>38</sup> F. Kofman, *Metamanagement*, Gránica, 2001.

prácticas generalmente utilizadas», que son las formas que, «en general», las empresas han adoptado para dar soluciones a sus problemas. Cualquier proveedor va a asegurarse «la práctica generalmente utilizada» antes que las supuestas «mejores prácticas», por la simple razón de atender a lo que demanda el mercado.

Como los Sistemas ERP tienen incorporadas las prácticas generalmente utilizadas, uno de los secretos para tener éxito en la selección es preocuparse por las prácticas poco comunes.

El grupo de los estrategas es el que está en mejores condiciones para encontrar las prácticas poco comunes de la organización. Ellos conocen bien los procesos internos (posiblemente sin detalle) y el mercado, ya que su tarea de estrategas los hace estar muy atentos a él. Normalmente, mantienen relaciones con gerentes de otras organizaciones (proveedores, clientes y competidores) que los mantienen al tanto de lo que está pasando.

Esta no suele ser una tarea muy difícil de realizar, porque en general las prácticas poco comunes están relacionadas con:

- 1) El tipo de industria o servicio.
- 2) Las normativas de los distintos gobiernos.
- 3) Niveles de integración vertical y horizontal.

## **7.1-El tipo de industria o servicio**

Esto es más fácil de comprender con ejemplos:

- En algunas industrias de bebidas, el tratamiento del envase retornable tiene características muy especiales. Estas industrias tienen como práctica habitual recuperar el envase del mercado, ponerlo en buenas condiciones y luego volver a utilizarlo en el proceso industrial. Esta es una práctica comercial que tiene su particularidad.
- Los laboratorios medicinales tienen requisitos de alta exigencia en cuanto a la calidad y control de sus procesos productivos y el seguimiento del producto en el mercado.
- La industria del vestido tiene todas las características que surgen de la temporalidad de la moda.
- La industria forestal tiene un ciclo de producción casi único en cuanto a la

variable tiempo, no es común que el ciclo de producción dure décadas.

Por estas características tan particulares, es que los proveedores han ido orientando sus productos a los distintos segmentos industriales. Estas diferencias son casi decisivas a la hora de dirigirse hacia un determinado sistema.

## **7.2-Las normatividades de los distintos gobiernos**

Los legisladores, normalmente, ignoran las posibilidades que tienen los sistemas de información para soportar las exigencias de las normativas por ellos elaboradas. Así es como crean infinidad de exigencias que, tarde o temprano, deberán ser soportadas por el software empresarial para su aplicación.

Existen funcionalidades que están terriblemente impactadas por normativas gubernamentales, como el caso del pago de remuneraciones. En cada país, provincia, alcaldía, ducado, etcétera estas normas son distintas.

Los gobiernos utilizan cada vez más a las medianas y grandes organizaciones como agentes recaudadores de los diversos impuestos, pero ningún Sistema ERP puede prever todas las alternativas que un gobierno puede imaginar al momento de necesitar dinero.

## **7.3-Los procesos de integración vertical y horizontal**

Se produce integración vertical cuando se adquiere el dominio de los distribuidores o detallistas (integración hacia delante) o de los proveedores (integración hacia atrás). La integración horizontal se da cuando se adquiere el dominio de los competidores.

Tanto en la integración vertical como en la horizontal se producen situaciones poco comunes, como consecuencia de sumar culturas y estructuras organizacionales distintas. En casi todos los casos de integración, siempre se unen dos estructuras casi repetidas que, de un día para otro, pasan a ser una sola cosa.

## **8.-Detectar los problemas**

### **8.1-Análisis estático**

Ya se ha visto que los Sistemas ERP brindan soluciones de negocio. Pero muchas

veces se observa que los males atribuidos al Sistema ERP, en realidad, surgen de un equivocado proceso de selección o detección de problemas. Según William Pounds (1969), son cuatro las situaciones que alertan a los gerentes sobre la presencia de problemas empresariales.

- a) Cuando se observan desviaciones de las experiencias pasadas. Por ejemplo: que las ventas son menores que las del año anterior, que los gastos se han disparado, etcétera.
- b) Una desviación del plan establecido: esto significa que no se están alcanzando las metas fijadas.
- c) Problemas presentados por otras personas (clientes, proveedores, empleados, etcétera).
- d) El desempeño de la competencia también puede ser causa de detección de problemas. Por ejemplo: ver qué otra empresa realiza mejor algo en particular.

## **8.2-Análisis dinámico**

Peter Senge, en *La quinta disciplina*, dice que los problemas organizacionales no tienen una causa simple ni local. En general, los problemas están enraizados en problemas complejos que abruman y erosionan la confianza y la responsabilidad. Senge propone el pensamiento sistémico como una forma de abordar la complejidad de los problemas organizacionales. Dice Senge: «La clave para ver la realidad sistémicamente consiste en ver círculos de influencia en vez de líneas rectas, es ver patrones que se repiten una y otra vez, mejorando o empeorando las situaciones». Un ejemplo fotográfico y lineal sencillo es el de la facturación que creció con respecto al mes anterior. En un análisis estático, podría pensarse que la empresa no tiene problemas de ventas. Pero en un pensamiento sistémico, si comparo la facturación con el mismo mes del año anterior, puede ser que se observe que, en lugar de aumentar, ha disminuido. De este nuevo análisis que tiene en cuenta los ciclos del negocio, podría inferirse que realmente se está ante un problema de ventas. Y si se selecciona un período aún mayor, es posible que se detecten patrones de comportamiento de las ventas (crecimiento o disminución) que, de otra forma, nunca se hubieran visto.

Como se conocerá a continuación, tanto el «pensamiento sistémico» como los «arquetipos sistémicos» pueden ayudar a la detección de problemas.

## 8.2.1-Los ladrillos del pensamiento sistémico

Se dice que los ladrillos del pensamiento sistémico son los procesos de realimentación y las demoras.

- Procesos de realimentación: en todo sistema, se verifica la existencia de dos tipos de procesos realimentadores: de crecimiento y de equilibrio. Los procesos de realimentación de crecimiento son verdaderos amplificadores de evolución sistémica. Cuando se observan situaciones de crecimiento acelerado, seguramente es porque se produjo un proceso de realimentación reforzada. Por ejemplo: cuando un diseñador de moda desconocido es adoptado por una famosa actriz, crea un efecto de crecimiento reforzado del diseñador quien, día a día, es adoptado por otras actrices que rápidamente acrecientan su fama. La realimentación reforzada también puede ser aceleradora de decadencia. Por ejemplo: cuando se produce un deterioro de los patrimonios bancarios, la caída de un banco puede generar lo que se denominan «corridas bancarias». Las corridas bancarias suceden cuando, por efecto de la desconfianza, la gente comienza a quitar los depósitos de los bancos. Este retiro de depósitos realimenta el problema financiero de las entidades en su conjunto. La realimentación compensadora (o estabilizadora) es un mecanismo que opera para conducir al sistema hacia las metas. Así, en el caso de las corridas bancarias, las entidades gubernamentales de control salen al auxilio de las entidades financieras en peligro para evitar sus caídas. Estas entidades de los gobiernos son mecanismos de realimentación compensadores. Es común que los procesos compensadores se mantengan ocultos porque las metas del sistema están subyacentes, no visibles en la superficie. Por ejemplo: siempre se habla de la importancia de los recursos humanos en las organizaciones, pero como las metas muchas veces ocultas son la maximización de las ganancias en el corto plazo, cualquier intento de mejora en la situación del personal es eliminada por los mecanismos compensadores.
- Las demoras: los procesos de realimentación sufren demoras. Desde que se ejecuta una acción sobre un sistema hasta que se observa la retroalimentación, se produce lo que se denomina una demora. Por ejemplo: una empresa que decide disminuir los precios de ventas deberá esperar un tiempo prudencial hasta que se observen los resultados de la

decisión (aumento de ventas, disminución de ingresos, variaciones del mercado, etcétera.), a este período se lo conoce como una demora sistémica.

## **8.2.2-Los arquetipos sistémicos**

Los arquetipos sistémicos son un pequeño grupo de estructuras de comportamiento que se repiten en todos los sistemas. El reconocer la presencia de estas estructuras facilitará la localización de problemas.

- **Compensación entre procesos y demoras:** cuando no se tiene conciencia de las demoras del sistema se suelen tomar decisiones pendulares. Todo para un lado, y luego todo para el otro. Si se han tomado muchas decisiones opuestas, se está ante un problema. Por ejemplo: en una primera instancia, se aumentan las regiones de ventas asignadas a cada distribuidor y, por ende, se disminuyen los distribuidores. Al tiempo, se aumentan los distribuidores y se achican las regiones de ventas. Esto posiblemente signifique que la organización no está considerando las demoras en observar los resultados. O puede significar que las soluciones no son las acertadas para los tiempos de la organización.
- **Límites al crecimiento:** si se verifica un crecimiento acelerado seguido de un proceso de estancamiento, algún mecanismo estabilizador se puso en marcha. Por ejemplo: las diferencias de inventarios disminuyen bruscamente, pero luego se estabilizan e incluso comienzan a aumentar lentamente.
- **Desplazamiento de la carga:** medidas correctivas que intentan solucionar el problema, pero que periódicamente deben reforzarse. Por ejemplo: aumentar las horas extras, en lugar de mejorar el sistema o aumentar el personal. El personal se acostumbra a ganar más en concepto de horas extras y cada vez se inventa más trabajo para incrementarlas.
- **Escalada:** sucede cuando la acción de dos elementos del sistema dependen de una ventaja relativa de uno sobre otro. Por ejemplo: cuando dos sectores compiten para emitir un mismo informe (contaduría y producción informando sobre los costos de producción). Ambos sectores gestionan cada vez informes más complejos que a nadie le son útiles, solo por



competir uno contra otro.

- Éxito para quien tiene éxito: dos actividades que compiten por los mismos recursos generan una escalada donde el que tiene éxito cada vez recibe más y el que no, cada vez recibe menos. Por ejemplo: cuando las ventas de una región son buenas, cada vez se asignan más recursos a la buena región y cada vez menos a la mala.
- Tragedia del terreno común: la tragedia del terreno común es típica de la utilización de la tecnología informática. Se da cuando dos o más elementos del sistema compiten por un recurso común; ambos utilizan el recurso, pero miran sus necesidades individuales. Por ejemplo: la utilización de las comunicaciones. Los sectores demandan el uso del canal de comunicación sin reparar en las necesidades de los demás sectores. Esto siempre termina en un aumento indiscriminado de los recursos compartidos, sin que se sepan bien las causas del crecimiento.
- Crecimiento y subinversión: se pueden evitar los límites al crecimiento aumentando las inversiones. Por ejemplo: se detecta que se pueden aumentar las ventas si se aumenta la productividad realizando inversiones en tecnología; si no se llega a tiempo y la demanda es satisfecha por un competidor, se inicia un proceso sistémico de desinversión. Se observa el problema cuando se detienen las inversiones.

## **9-Detectar oportunidades**

Las oportunidades son un tipo muy especial de problemas y por eso se las trata independientemente. Vale recordar que un problema es la distancia entre lo que se tiene y lo que se quiere tener. Las oportunidades generan estados deseados y la búsqueda de formas para alcanzarlos. El rediseño de una organización implica una propuesta sensorial y funcional, distinta a la actual, que indiscutiblemente tiene como finalidad una mejor adaptación al medio, cada día más cambiante. Un proceso de cambio es un riesgo, pero también una oportunidad para encontrar nuevas propuestas que aporten valor diferenciador. Lamentablemente, aún no se ha encontrado un método para detectar oportunidades. Lo que sí se puede asegurar, y esto surge de innumerables comentario de emprendedores exitosos, es que las oportunidades no se esconden en ningún lado. Por lo general, están a la vista de todos; solo que no se ven. Esto ocurre porque los modelos mentales no permiten ver

las cosas que no se esperan ver. Es necesario trabajar mucho el entrecruzamiento de visiones para poder cambiar esos modelos y descubrir oportunidades. Hay que tratar de ver las cosas desde otro lado. Lamentablemente, los modelos mentales dificultan nuestra visión de las cosas, ya que son buenos conductores para percibir el mundo con la experiencia del pasado, pero no son buenos para ver cosas nuevas. Para ayudar a cada mundo cognitivo, es muy bueno poner en marcha dos procesos: el brainstorming y el benchmarking.

## 9.1-Brainstorming

Esta técnica ha sido muy bien presentada en el trabajo de Edward De Bono<sup>39</sup>, *El pensamiento lateral*. Según sus palabras, «más que una técnica se trata de un medio, de un marco especial, de un ambiente concreto». El brainstorming debe desarrollarse en grupo y sus principales características son:

- El estímulo recíproco.
- Aplazamiento de la formación de juicios.
- Marco específico.

El estímulo recíproco se produce al generarse una ruptura del modelo mental a partir de la idea de otro participante, evocada desde su modelo mental. Esta ruptura genera una nueva visión, desde otra perspectiva del objeto bajo estudio. Las ideas de cada participante son eficaces estímulos reestructuradores. Como cada participante sigue su propia secuencia de ideas, el grupo difícilmente se unifique bajo un único pensamiento uniforme, salvo que factores psicológicos, como el respeto a la autoridad, se pongan en funcionamiento.

El aplazamiento de la formación de juicios es absolutamente imprescindible, ya que los juicios volcados en la inmediatez son siempre provenientes de nuestros modelos mentales, los cuales llevan tiempo en reestructurarse. Cualquier juicio automático solo servirá para bloquear nuevas ideas creativas.

El coach debe conducir las reuniones evitando juicios valorativos como:

---

<sup>39</sup> E. De Bono, *El pensamiento lateral*, Paidós, 1970.

- «Esto ya se intentó».
- «Jamás escuché algo así».
- «No es posible en esta organización».
- «No hay tiempo para eso».
- «La gente no lo aceptará».

El marco específico se refiere a la necesidad de que todos los miembros se sientan libres de presentar las ideas, aunque parezcan, a priori, ridículas. Se suele calificar como ridículas las cosas extrañas o extravagantes, pero lo lógico es que todas las ideas nuevas surjan en principio así. El coach debe forzar a que los participantes emitan ideas extravagantes, para que pierdan el miedo al ver que sus compañeros no pueden emitir juicios valorativos de las mismas.

## **9.2-Benchmarking**

El benchmarking es un proceso que consiste en vigilar el entorno para descubrir en él nuevas formas y prácticas novedosas que puedan ser reinterpretadas (adaptada al nuevo ambiente) para su aprovechamiento. En definitiva, este proceso consiste en buscar información del mercado que brinde nuevas oportunidades para resolver los problemas. Sirve para encontrar mejores procesos y servicios que luego se usarán para mejorar los procesos y servicios de la propia organización. El benchmarking no termina con la selección del Sistema ERP, sino que debe ser un proceso continuo a lo largo del ciclo de vida de estos sistemas.

## **10-Conformar el grupo de detalle**

Este grupo tiene como finalidad verificar que el Sistema ERP a seleccionar pueda dar solución a:

- a) Las prácticas poco comunes.
- b) Los problemas que se hayan encontrado.
- c) Las oportunidades detectadas.

A los usuarios de este grupo, se los suele llamar usuarios clave (*key users*). Son personas que conocen muy bien las prácticas poco comunes o que trabajan en los sectores vinculados a los problemas a resolver. Por ejemplo: si se observó que los procedimientos de control de calidad son poco comunes en el mercado, es conveniente incorporar al grupo de detalle una persona muy conocedora de dichos

procedimientos. O bien: si se piensa que el proceso de devolución de producto es limitante para el crecimiento del negocio, será bueno que un empleado del sector de devoluciones integre el equipo. Lo mismo ocurre con las oportunidades detectadas. Por ejemplo: si se cree que con la inserción de tecnología informática para la atención de reclamos es posible mejorar la competitividad de la empresa, es deseable que alguien del sector de atención al cliente se sume al equipo.

Los usuarios clave pueden ser del nivel medio o del núcleo operativo. Para proteger la memoria de la organización, es importante esperar que estos usuarios continúen por largo tiempo en la organización. Es decisivo que entiendan que lo que se buscará es una visión compartida de una solución de negocio. Tiene que ser gente capacitada para insertarse en procesos grupales de aprendizaje y con características personales de buena predisposición para el diálogo. Cabe recordar que estos usuarios son solamente a los efectos de la selección y no necesariamente participarán en la etapa de diseño.

Se insiste en la conveniencia de integrar al grupo de detalle paulatinamente para que, junto con el coach, modelen un comportamiento grupal adecuado y no arrastren las conductas de su grupo de trabajo habitual.

Las actividades del grupo de detalle no serán full time, por lo que los sectores no perderán a estos usuarios en el desarrollo de sus tareas habituales.

## **11-Buscar productos**

El grupo estratégico (apoyado por el grupo de detalle) es el encargado de buscar las empresas que vendan Sistemas ERP. A esta altura del proceso, seguramente habrán surgido muchos candidatos del proceso de benchmarking. Otros, advertidos informalmente de la búsqueda, se habrán presentado espontáneamente. De estos dos grupos, saldrá el grueso de los potenciales candidatos. Esto no quiere decir que aquí se agote la búsqueda, también es necesario utilizar los canales habituales de la empresa: consultar con el departamento de compras, buscar en Internet, utilizar las guías industriales, etcétera.

Existen sitios, como [EvaluandoSoftware.com](http://EvaluandoSoftware.com), que brindan un servicio de búsqueda de software. El servicio consiste en brindar una lista de productos que se ajustan a las necesidades de la empresa. Esta lista se elabora comparando las necesidades de la empresa con las soluciones que brindan los productos. Quien busca una solución

deberá completar una larga lista de preguntas con respecto a las características de la empresa y las necesidades requeridas. El problema radica en que las soluciones que supuestamente brinda el software son las consideraciones que cada proveedor realizó de su producto. Por otro lado, las posibles necesidades están pensadas y tabuladas por los sitios en cuestión. Las que son ideadas en función de las prácticas generalmente utilizadas. Pero, lo más importante, que son las prácticas poco comunes, no pueden ser solicitadas porque no están tabuladas. Por lo tanto, estos sitios son un muy buen lugar donde recabar información de los productos del mercado y de cómo estos se posicionan.

## **12-Confecionar el RFP**

El *Request For Proposal* (RFP) es un documento que contiene las bases y premisas para que los proveedores realicen sus propuestas.

El RFP deberá ser confeccionado por el grupo estratégico y apoyado por el departamento de compras. A todos los proveedores detectados, se les deberá enviar el RFP informándolos de:

- Objetivo que tiene el cliente con esta licitación.
- Alcance en productos y servicios requeridos.
- Criterios de evaluación de propuestas y proveedores.
- Metodología del proceso de licitación.
- Marco de tiempo para elaboración.
- Aclaración de dudas.
- Entrega y presentación de propuesta.

El RFP debe solicitar la siguiente información:

- Trayectoria en el mercado.
- Cobertura geográfica.
- Soluciones implementadas.
- Tecnología requerida para sus soluciones.
- Lista de clientes (con soluciones implementadas y tecnología utilizada).
- Lista de consultoras para asistir implementaciones.
- Servicios de soporte técnico.
- Precios del producto.

Una vez obtenida esta información, se deberá entregar una copia al grupo de detalle para su evaluación.

### 13-Estimar costos

Con la información que se obtenga de los RFP, será imposible intentar un presupuesto base cero. Pero es necesario contar con una estimación de los costos para evaluar la factibilidad de su adquisición. Con este objetivo, se brinda a continuación, un estudio<sup>40</sup> realizado sobre 5000 firmas manufactureras de EE. UU., que dio como resultado la siguiente desagregación de los costos de un proyecto de implementación de Sistemas ERP:

➤ Software	30,2%
➤ Hardware	17,8%
➤ Consultoría	24,1%
➤ Capacitación	10,9%
➤ Equipo de implementación	13,6%
➤ Otros	3,4%

La única información concreta que se tendrá a este momento es el costo del software, a partir de él se deberá estimar los demás valores del proyecto.

### 14-Primer nivel de análisis y preselección de productos

El objetivo de este proceso es limitar la cantidad de productos (a no más de 3 o 4) sobre los cuales se realizará un análisis más completo.

La decisión sobre la selección de un Sistema ERP debe ser tomada por múltiples decisores con múltiples intereses y teniendo en cuenta múltiples aspectos. Se debe buscar la convergencia entre opiniones, que si bien tratan de dar respuesta a una solución compartida de negocio, lo hacen desde distintos modelos mentales.

Con el material que se reciba de los proveedores, se podrá efectuar una primera selección de posibles candidatos. Esta preselección se debe separar en dos capas. La

---

<sup>40</sup> V. Mabert, *Enterprise Resource Planning Survey of US Manufacturing Firms*, Ashok Soni, 2000.

primera es la capa de filtros (pasa-no pasa) y la segunda (si fuese necesaria) es una capa de análisis comparativo de múltiples criterios.

La primera capa de filtros (pasa-no pasa) está compuesta por dos tipos distintos de filtros que son:

- a) Económico.
- b) Técnico.

Estos aspectos ya fueron tratados cuando se comentó el marco de restricción en la selección de un Sistema ERP.

El grupo estratégico, por consenso, deberá tomar la decisión de qué productos quedan descartados. Si la lista continúa siendo extensa, se debe elaborar una nueva, donde los productos, que pasaron la primera capa, se coloquen en un ranking elaborado en función de considerar los siguientes aspectos:

- 1) Los vinculados con el tipo de industria.
- 2) Los vinculados con el tamaño de la empresa.
- 3) Los vinculados con las consultoras disponibles.
- 4) Para los vinculados con el tipo de industria, se deberá tener en cuenta si el producto ha sido implementado en industrias similares.
- 5) Los aspectos vinculados al tamaño de la industria tienen dos dimensiones: una funcional y otra geográfica.
  - a) En el plano funcional, no es verdad que si un Sistema ERP soporta bien las grandes instalaciones también se adecuará bien a las medianas o chicas. Los grandes Sistemas ERP tienen tres variantes que los suelen hacer bastante inadecuados para instalaciones de menor envergadura: en primera instancia, la complicación que ocasionan en el nivel de administración de los parámetros. Las grandes aplicaciones implican mantener una compleja gama de *switch* (parámetros), cuyo objetivo es adecuar el sistema a la gran cantidad de alternativas que las grandes organizaciones suelen tener dentro de su administración. En segundo lugar, las grandes organizaciones tienen procesos muy fragmentados en funciones que pueden ser un gran obstáculo en procesos de menor envergadura. Esta fragmentación puede derivar en una excesiva navegación por las funciones del proceso. En tercer lugar, la cantidad de datos y sus intrincadas relaciones pueden demandar una carga adicional de

información de poca o nula utilidad. Huelga comentar las serias dificultades que el software preparado para pequeñas instalaciones puede tener en las grandes.

- b) En el plano geográfico, lo importante radica en la cobertura comercial y técnica que el proveedor/es del producto pueda ofrecer a negocios de amplia extensión geográfica.
- 6) Una buena cantidad de consultoras listas para apoyar la instalación conforman un dato significativo; fundamentalmente porque si esto es así, el producto tiene importantes posibilidades de sobrevivir. La inversión en capacitación de consultores es muy alta y no se logra en poco tiempo; por lo tanto, las consultoras analizan muy bien los productos y las empresas antes de invertir, con la ventaja adicional de que conocen muy bien el mercado y a cada uno de los jugadores.

Siguiendo los criterios antedichos, el grupo estratégico junto al grupo de detalle deberá decidir qué productos pasan al nivel de decisión final. El objetivo es salir de este proceso de preselección con una lista de no más de 3 o 4 candidatos.

El modelo AHP es una de las mejores herramientas para llegar a una decisión en la que intervienen múltiples criterios y múltiples decisores. Este modelo matemático puede ser muy bien implementado utilizando software especialmente diseñado, como el denominado Expertchoice. También, se considera muy interesante utilizar el modelo Proceso Analítico Jerárquico Borroso (en inglés, *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* o FAHP), ya que permite modelar mejor el razonamiento, pero la falta de software para implementar este modelo desaconseja, por el momento, su utilización.

Si bien el modelo AHP y FAHP han sido ampliamente tratados en el ámbito científico, por ser estos modelos sustentados en una base matemática compleja, no se han difundido como práctica común en la dirección actual. Lo que no se entiende se rechaza. A los efectos de que se comprenda la propuesta y el modelo se utilice, en los anexos A y B se dará una explicación simple. El objetivo es que sea entendida por quienes tengan una base de matemática elemental.

Cuando no se quiera o no se pueda utilizar el modelo AHP o alguno similar, la elaboración de la lista de candidatos preseleccionados deberá ser conformada mediante algún mecanismo de consenso grupal.



## 15-Jerarquía del modelo AHP para la preselección

Para la implementación del modelo AHP en la preselección, se propone la siguiente jerarquía de atributos: la misma no pretende ser exclusiva, por el contrario, la complejidad que encierra esta problemática requiere tener la flexibilidad necesaria como para adaptarse a cada circunstancia en particular (Ver Figura 22).

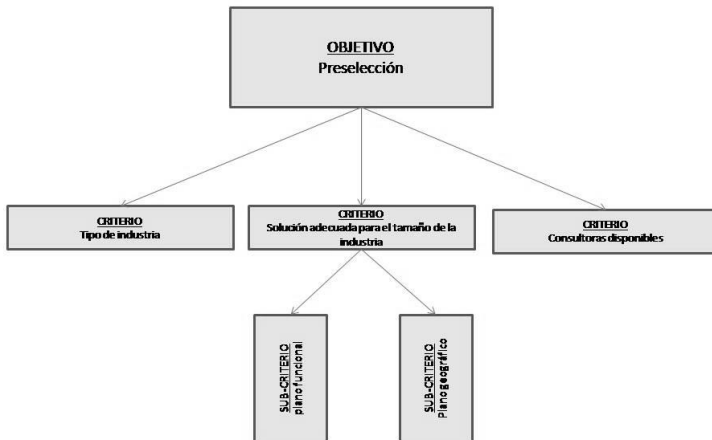


Figura 22

Criterios:

- Tipo de industria.
- Tamaño de la industria.
  - Plano funcional.
  - Plano geográfico.
- Consultorías disponibles.

No debe perderse de vista que esta es una primera selección y si se extienden mucho los criterios, se demorará más la decisión.

## 16-Segundo nivel de análisis y selección final

El objetivo de esta etapa es la selección definitiva del Sistema ERP. Esta etapa implica iniciar un análisis exhaustivo de los productos pre-seleccionados. Para lo cual la primera tarea a la que se debe dedicar el grupo de detalle es a la creación de los escenarios. La creación de escenarios es una técnica que busca recrear, en un ambiente de prueba, los problemas (en el concepto de problemas se incluyen las prácticas poco comunes y las oportunidades) y sus posibles soluciones. Estos escenarios permitirán que los integrantes de los grupos estratégico y de detalle, junto con los vendedores del producto, desarrollen el diálogo y ensayen hipótesis de solución. Los escenarios describen el proceso de negocio, las aplicaciones involucradas, la tecnología, los empleados y los resultados deseados.

Como lo propone el Esquema de Arquitectura de Open Group (en inglés *The Open Group Architecture Framework* o TOGAF) (2009), los escenarios deben reunir las siguientes propiedades:

- Específicos: definir claramente qué es lo que hace el proceso.
- Mensurable: contener todas las métricas posibles (operaciones, horas, público, etcétera).
- Contener las acciones: lo que realiza la gente y la tecnología.
- Dinámicos: se debe tratar de que sea lo más realista posible.

Los pasos para crear los escenarios son:

- Definir el problema.
- Describir el ambiente.
- Establecer los objetivos.
- Describir los actores.
- Describir los componentes tecnológicos.
- Establecer los roles y las responsabilidades.

El contenido de los escenarios debe ser:

- Sumario.
- Flujo del proceso.
- Propósito.
- Ambiente del negocio.
- Descripción del proceso.

- Ambiente tecnológico.
- Actores (roles y responsabilidades).
- Tecnología (actores y roles).
- Relaciones entre los componentes.
- Flujo de la información.
- Controles.
- Problemas.

La práctica de los escenarios y sus soluciones es lo que se deberá observar en la demostración de los productos. Fundamentalmente, de este trabajo, los seleccionadores deberán crearse para sí una idea de valor para cada producto. Esta idea de valor se abrirá en criterios tal cual lo efectuado en la preselección, pero en este caso los criterios se deberán ampliar.

Los miembros del equipo de detalle serán quienes podrán confeccionar con más precisión cada uno de los escenarios. Los proveedores de los Sistemas ERP deberán construir los escenarios con las soluciones. Por otro lado, se debe tener claro que la solución a los escenarios no es única ni precisa. Además, deberá vislumbrarse cómo será posible llegar del estado actual a la solución planteada.

## **17-Las demostraciones**

Por lo expuesto, se puede observar que la demostración del producto es un momento sustancial de la selección de un Sistema ERP. Por esto es que es muy importante trabajar intensamente junto con los proveedores para llegar a la mejor demostración posible.

Una vez confeccionados los escenarios, estos deben enviarse a los proveedores preseleccionados para que con tiempo puedan preparar la demostración.

Se debe ser muy cuidadoso en la selección de los escenarios. Armar una solución concreta para un caso real puede demorar muchos días y un gran esfuerzo del proveedor, por lo que es importante ser realista en lo que se pida. No se podrán ver más de tres o cuatro escenarios y con las limitaciones que una demostración imponga. De necesitarse la comprobación de más escenarios, estas soluciones deberán solicitarse a los proveedores por escrito.

Se deberá debatir con los proveedores cada caso y establecer la factibilidad y

consistencia de las propuestas. Se debe observar qué tan naturales son las soluciones dentro del producto que están intentando vender. Si se escuchan muchas frases como: «Podríamos utilizar tal campo para...», esto significa que ese campo o variable no está preparado para tal fin; o: «Si desarrollamos un programa especial podríamos...», quiere decir que la funcionalidad no responde naturalmente a la solución.

No se debe confiar en las promesas de las soluciones que vendrán en las próximas versiones, esto suele ser un argumento de venta.

Siempre se debe tratar de confirmar si la solución planteada está funcionando en alguna otra instalación. Muchas veces, los mismos proveedores creen encontrar soluciones que luego, en la práctica, no son posibles. Hay que verificar la veracidad llamando a las empresas que tienen instalada la solución para confirmar que no esté desnaturalizando. Las comisiones de ventas son muy grandes y los vendedores en aprietos pueden llegar a faltar a la verdad.

Cuando el Sistema ERP no contempla la solución naturalmente, sería aconsejable un esfuerzo por tratar de demostrar que la solución funcionará, no solo en la teoría, sino también en la práctica.

Para no perder tiempo en las demostraciones y para lograr un buen aprovechamiento de la presentación, deben considerarse los siguientes pasos:

- a) Enviar previamente al proveedor una lista con los escenarios planteados.
- b) Previamente a la presentación, el proveedor debe enviar un documento con los contenidos de la demostración.
- c) El gerente del proyecto debe ajustar lo que la organización desea ver con lo que el proveedor quiere mostrar, tratando siempre de ser amplio en el criterio y no limitar demasiado a los proveedores.
- d) Asistir a la presentación con una lista de preguntas consensuadas entre ambos grupos.
- e) Las dudas que surjan durante la presentación deberán evacuarse en intercambios documentales entre proveedor y cliente. Hay que evitar

malgastar la presentación con preguntas no elaboradas previamente, dejando sin tiempo al proveedor para presentar la solución.

Es importante darles a todos los proveedores las mismas posibilidades de exponer sus propuestas sin desestimar ninguna de ellas. Se debe exigir que todos los miembros de ambos grupos participen de las presentaciones de los proveedores.

## **18-Elaboración del dictamen final**

La mejor herramienta para elaborar la decisión final es el modelo AHP tal cual se utilizo en la pre-selección. Pero en esta oportunidad los criterios a desarrollar serán mucho más amplios. Nuevamente aquí, si no se quiere utilizar este tipo de herramientas, se deberá recurrir al desarrollo de un mecanismo de consenso.

De las propuestas de selección de Sistemas ERP existentes sobre la base de los modelos AHP, se ha tomado parte de la idea de Bhushan<sup>41</sup>, respecto de los criterios para utilizar en la evaluación de los proveedores del Sistema ERP. También, de la propuesta de Liang y Lien<sup>42</sup> para evaluar el producto en general. A esto se añade el análisis de escenarios y un aspecto bastante olvidado por los autores anteriores que es de la consultoría. La complejidad y variedad de alternativas que permiten los Sistemas ERP exigen la contratación de personal altamente especializado en ellos. El conocimiento que tengan de sus funcionalidades y la experiencia en su utilización son factores muy importantes para un buen aprovechamiento de estos sistemas.

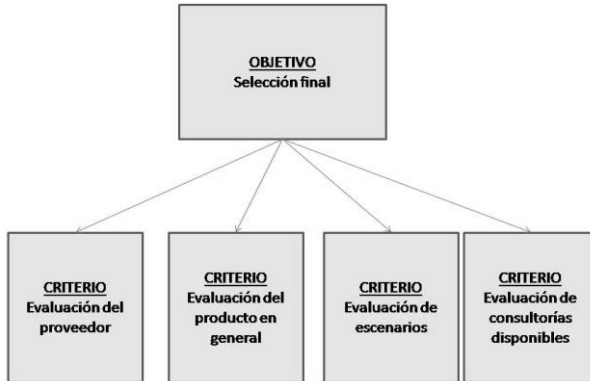
El primer nivel del modelo AHP sería el siguiente (Ver Figura 23):

- Evaluación del proveedor.
- Evaluación del producto en general.
- Evaluación de la resolución de escenarios.
- Evaluación de las consultorías disponibles.

---

<sup>41</sup> N. Bhushan, *Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process*, Springer, 2004.

<sup>42</sup> S. Liang, y C. Lien, *Selecting the Optimal ERP Software by Combining the ISO 9126 Standard and Fuzzy AHP Approach*, Contemporary Management Reserch, Vol. 3, N.º 1, 2007.



**Figura 23**

En cuanto a los subcriterios de Evaluación del proveedor, la propuesta es utilizar la idea de Bhushan. Dado que esta propuesta es muy amplia en la cantidad de subcriterios a utilizar, se aconseja reducirla, en función del caso en particular, a los efectos de simplificar la realización del modelo.

Subcriterios de Bhushan para la evaluación de los proveedores son:

- 1) Evaluación del proveedor.
  - i) Clientes.
    - (a) Base de clientes.
      1. Referencias.
      2. Nivel de clientes.
    - (b) Alianzas.
      1. Negocio.
      2. Canales.
      3. Tecnología.
    - (c) Presencia.
      1. Localidades.
      2. Cercanía.
  - ii) Calidad.
    - (a) Experiencia técnica.

1. Inversión en I+D.
2. Inversión en educación.
3. Empleados.
- (b) Experiencia en el negocio.
- iii) Mercado.
  - (a) Situación financiera.
    1. Volumen de negocio.
    2. Rentabilidad.
    3. Liquidez.
  - (b) Visión.
    1. Diversificación.
    2. Posición en el mercado.
    3. Experiencia.
  - (c) Calidad del management.
    1. Del alto management.
    2. Iniciativa.
    3. Premios.

En cuanto a los subcriterios de Evaluación del producto en general, la propuesta es utilizar la idea de Liang y Lien quienes, a su vez, sugieren utilizar ISO 9126. Aquí también se aconseja limitar la estructura, según las circunstancias, para simplificar el modelo.

- 1) Evaluación del producto en general.
  - i) Funcionalidad.
    - (1) Conveniencia.
    - (2) Precisión.
    - (3) Interoperabilidad.
    - (4) Conformidad.
    - (5) Seguridad.
  - ii) Confiabilidad.
    - (1) Madurez.
    - (2) Tolerancia a la fallas.
    - (3) Posibilidades de recuperación.
  - iii) Usabilidad.
    - (1) Entendible.
    - (2) Fácil de aprender.
    - (3) Fácil de operar.

- iv) Eficiencia.
  - (1) Tiempos.
  - (2) Recursos.
- v) Fácil de mantener.
  - (1) Analizable.
  - (2) Fácil de cambiar.
  - (3) Estabilidad.
  - (4) Fácil de testear.
- vi) Portabilidad.
  - (1) Adaptabilidad.
  - (2) Fácil de instalar.
  - (3) Fácil de ajustar.
  - (4) Fácil de reemplazar.

La estructura a desarrollar para cada escenario dependerá de las funcionalidades que se consideren en cada uno. A modo de ejemplo, se desarrollan los siguientes:

- 1) Escenario 1: cuenta corriente proveedores.
  - a) Aplicación entre débitos y créditos.
  - b) Liquidación de la retención impositiva.
  - c) Imputación contable.
  - d) Aviso de vencimientos.
  - e) Pagos con documentos.
- 2) Escenario 2: gestión de stock de materias primas.
  - a) Gestión por lote y sublote.
  - b) Manejo de vencimientos.
  - c) Métodos de valuación.
  - d) Toma de inventarios.
- 3) Escenario 3: órdenes de compras.
  - a) Órdenes de compras abiertas.
  - b) Gestión de entregas parciales.
  - c) Niveles de autorización.
  - d) Módulo EDI.
  - e) Seguimiento de cumplimiento.

La estructura propuesta para la evaluación de las consultoras disponibles es:



- 1) Consultoras disponibles.
  - a) Cantidad.
  - b) Cercanía.
  - c) Calidad.
  - d) Experiencia.
  - e) Perdurabilidad.

## Capítulo VIII

### La etapa de diseño estratégico

#### 1-Objetivos de la etapa de diseño

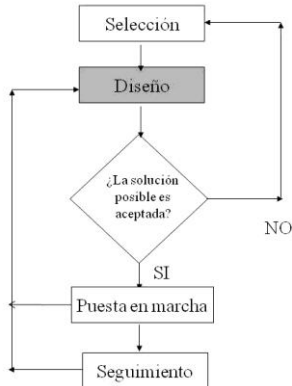


Figura 24

Esta etapa tiene por objetivo lograr un modelo que reinterprete los procesos para dar solución a los problemas.

Durante esta etapa, se diseñará el nuevo modelo de organización, que implicará adicionar una cuota de novedad a un modelo existente. La cantidad de novedad a incorporar debe ser la justa para que pueda ser asimilada. Que la novedad sea asimilada implica una disipación exitosa de la energía emocional de las personas involucradas. La buena asimilación de la novedad (o disipación exitosa de energía) es la que desencadena un correcto y equilibrado accionar. Esto significa que se ha vencido la resistencia al cambio.

Muchas organizaciones consideran que la incorporación de la novedad se logra con una decisión política y no con un proceso de cambio en el que la novedad debe medirse con una increíble exactitud para lograr la acción adecuada.

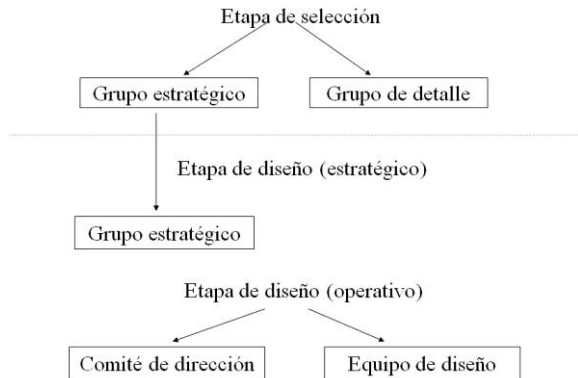
A esta etapa se llega desde tres alternativas distintas (Ver Figura 24): desde la etapa de selección, desde la etapa de puesta en marcha o desde la etapa de seguimiento. En todos los casos, la etapa de diseño se desarrolla de igual manera. Desde la selección, se arribará con una lista de problemas relevados durante esa etapa; desde la puesta en marcha, se llega como causa de un conjunto de problemas no detectados en la etapa de diseño, que se hicieron presente en la puesta en marcha y que obligan a repensar la propuesta de solución; pero cuando se llega desde la etapa de seguimiento, la lista de problemas tiene dos vertientes:

- 1) Problemas pendientes de solución de ciclos anteriores.
  - a) Ampliación de la cobertura geográfica.
  - b) Otras unidades de negocio.
  - c) Otros módulos.
  - d) Etcétera.
  
- 2) Problemas que surgieron durante la etapa de seguimiento.
  - a) Nuevo release.
  - b) Nuevas funcionalidades.
  - c) Cambios organizacionales.
  - d) Etcétera.

Una de las causas comunes de malas implementaciones de Sistemas ERP se debe, en gran medida, a que no se trató de obtener una solución de negocio, sino que simplemente se puso un sistema en marcha. Por ello es trascendental que el proceso de diseño sea totalmente coherente con las estrategias organizacionales. Por lo tanto, los objetivos de la etapa de diseño deben enmarcarse en los planes estratégicos de la organización y ser medidos y ponderados adecuadamente en un proceso de gestión global.

## **2-Planificación de la primera etapa de diseño**

Para su mejor entendimiento, se divide la etapa de diseño en las subetapas de diseño estratégico y de diseño operativo (Ver Figura 25).



**Figura 25**

En la etapa de diseño estratégico, deberán desarrollarse las siguientes actividades:

- Detección de problemas.
- Selección de los problemas.
- Establecimiento de los alcances.
- Preparación del presupuesto.
- Designación del comité de dirección.
- Planificación de la segunda etapa de diseño.

Una vez designado el comité de dirección, comienza la etapa de diseño operativo, en la que se desarrollarán las siguientes actividades:

- Contratar la consultoría.
- Designar el equipo de diseño.
- Definir y gestionar los requerimientos de tecnología e instalaciones para la etapa de diseño.
- Establecer indicadores.
- Capacitar al equipo de diseño.
- Reinterpretar el proceso.
- Diseñar las interfaces necesarias.

- Diseñar las necesidades adicionales de información.
- Preparar un piloto.

### **3-Detección de problemas**

Es necesario dedicar un tiempo prudencial a la búsqueda de problemas y de oportunidades (recuérdese que las oportunidades son una clase especial de problemas). Si a esta etapa se llega desde la selección, parece que buscar problemas es una tarea que se repite, y es correcto porque en la etapa de selección ya se realizó la tarea de buscar problemas. Pero en la realidad siempre sucede que entre la etapa de selección y la de diseño transcurre bastante tiempo. Generalmente, los motivos están referidos a aspectos presupuestarios o de contratación. Estos plazos obligan a un replanteo de problemas que, según el caso, puede ser solo una mera enunciación de lo ya elaborado.

### **4-Selección de los problemas**

Seguramente, durante la etapa de selección o la de seguimiento, aparecerán muchos problemas para resolver. Para poder seleccionar qué problemas serán atacados en la iteración del ciclo de vida, existen algunas técnicas que se describirán a continuación.

#### **4.1-La teoría de las restricciones**

La teoría de las restricciones fue enunciada por primera vez por Eliyahu Goldratt<sup>43</sup>. Su trabajo fue desarrollado a principios de los años 80 en el ámbito de la resolución de problemas en la producción industrial. Goldratt es un físico israelí que presentó sus ideas en el libro denominado *La meta*. La teoría de las restricciones, también denominada TOC (*Theory Of Constraints*), ha tenido una amplia difusión dentro de muchas otras ciencias.

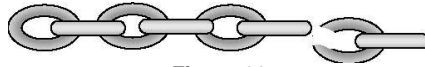
La TOC puede entenderse como una forma sistémica de conocer cuáles son los obstáculos que nos llevarán hacia la meta. Se fundamenta en tres conceptos: la meta o propósito, que es hacia dónde se deben dirigir todos los esfuerzos; la condición

---

<sup>43</sup> Eliyahu Goldratt, *La Meta - Un proceso de mejora continua*, Díaz de Santos, 1993.

necesaria, que es el elemento del sistema sobre el cual se necesita obtener un resultado del cual depende el resto de los elementos; y la restricción, que es el elemento del sistema que impide que el sistema logre la meta o propósito.

Es muy bueno el ejemplo que desarrolla Goldratt para explicar esta teoría. Hay que imaginarse un sistema simple como el de una cadena (Ver Figura 26).



**Figura 26**

La meta o propósito del sistema cadena es transmitir potencia de un lado al otro. Para que la meta se cumpla, cada uno de los eslabones que componen la cadena deberá soportar una determinada fuerza. Si el sistema no logra la meta, será porque alguno de sus eslabones superó su capacidad, mientras que el resto aún no llegó al límite de sus posibilidades. Exponiendo lo enunciado en términos sistémicos, se puede decir que el sistema no logró su meta porque uno de sus elementos superó su límite de capacidad, mientras que el resto de los elementos se mantenían suboptimizados. La conclusión de Goldratt es que todo sistema tiene una, y solo una, restricción operativa. El sistema cadena falló solo en un elemento, que es el que deberá aumentar su límite de capacidad para lograr la mejora del sistema total. Aumentar los límites del resto de los elementos no ayudaría en nada al logro de la meta. Ningún esfuerzo aplicado a los elementos del sistema que no constituyen una restricción operativa producirá una mejora en el sistema. En el ejemplo, la cadena siempre se romperá en un eslabón determinado; si este se refuerza, el más débil será luego otro de los eslabones, al que habrá que mejorar. Y así sucesivamente en un proceso de mejora continua. La idea de esta teoría es bastante contra intuitiva, ya que significa que cuando un sistema logra la meta, solo un elemento está al borde de su límite de capacidad, mientras que el resto permanecerá suboptimizado.

En función de estas ideas, la teoría de las restricciones elabora un conjunto de pasos para optimizar el funcionamiento de un sistema.

- 1) Identificar la restricción operativa.
- 2) Explotar al máximo la restricción.
- 3) Subordinar todo lo demás para dedicarse a explotar la restricción.
- 4) Elevar la restricción (si los pasos 2 y 3 no alcanzan, se puede considerar la necesidad de cambios radicales).

## 5) Volver al paso 1.

El paso 3 (subordinar todo lo demás para dedicarse a explotar la restricción) se sustenta en la idea de que todos los recursos ociosos de los elementos suboptimizados deben aplicarse al mejoramiento del elemento limitante. Se debe cuidar que el aprovechamiento de los sistemas suboptimizados, por su subordinación a eliminar la restricción, no se convierta en una nueva restricción.

El paso 4 (elevar las restricciones) indica que, cuando los pasos 2 y 3 no han dado resultados, es porque no existe dentro del sistema vigente una forma de superar la restricción, lo que significa que el sistema está en el límite de su capacidad operativa. En este caso, la única alternativa pasa por concebir un nuevo sistema que supere la limitación del anterior.

En sistemas tan complejos como lo son las organizaciones, no hay una realización de tareas que nos lleven claramente a los objetivos. Hay un tramado de actividades a desarrollar que podrán ser seleccionadas como restricciones del sistema para lograr los objetivos. El mismo Goldratt señala dos tipos de restricciones: las físicas y las normativas. De las físicas dice que son relativamente fáciles de identificar y superar. Las restricciones normativas (regulaciones políticas, usos y costumbres) son más difíciles de identificar y de resolver, pero logran notables resultados.

### **4.2-Los puntos de apalancamiento**

No todos los problemas nos acercan con igual fuerza hacia el objetivo. Existen algunas soluciones, muchas veces de poco esfuerzo, que nos empujan mucho más hacia el objetivo que otras. Los pensadores sistémicos llaman a estas mejoras «puntos de apalancamiento». Estos puntos son elementos del sistema cuya mejora en su funcionamiento resultan de poco esfuerzo y logran increíbles resultados. El problema es que las zonas de alto apalancamiento no son evidentes ni suelen estar próximas en el tiempo ni en el espacio respecto de los síntomas. Por ejemplo: lograr una codificación de inventarios clara, sencilla y fácil de recordar para los usuarios, puede lograr mucho más efecto en la mejora del sistema que implementar un software con múltiples mecanismos de búsqueda de códigos de inventario. Pero también se debe tener en cuenta que lograr que los usuarios recuerden el código de inventario puede demorar mucho más que la implementación de un sistema. El pensamiento sistémico ayuda a localizar los puntos de alto y de bajo apalancamiento.

Es muy importante saber que, cuanto más se fuerce el sistema, más activos se pondrán sus mecanismos de equilibrio. Por ejemplo: si se pretende implementar un sistema sin la aceptación de los usuarios, cuanto más fuerte sea la imposición, más intenso será el rechazo. Lo ideal sería eliminar las causas que provocan el rechazo: culturales, políticas, sindicales, etcétera.

### **4.3-Dosificación de la novedad**

Si bien ya se ha comentado este tema, es de destacar un aspecto cultural referido a la reacción de las organizaciones frente a la novedad.

Burcet dice: «Cuando analizamos la composición de una institución, vemos inmediatamente que todo su contenido viene a ser como el sedimento de unos hechos y unas situaciones que acontecieron en el pasado. Al revisar el estado de las instituciones sociales actuales, uno se percata enseguida de que son configuradores de la actividad que, procedentes del pasado, intentan imponerse sobre el presente y pretenden dar forma al futuro. Es por este motivo que las instituciones sociales han actuado a menudo como repelentes de la novedad». Esta apertura a la novedad depende de múltiples factores; entre ellos, dos de los más importantes son: la ósmosis que mantienen con la realidad y el grado de la antigüedad de sus orígenes.

- La ósmosis se refiere a que las organizaciones muy cerradas rechazan más fácilmente la novedad que las más abiertas y aireadas. Así es como las empresas expuestas a la competencia dentro de un mercado libre serán más abiertas a la novedad que las empresas monopolistas o que gozan de la protección del Estado.
- En cuanto a la antigüedad de sus orígenes, puede decirse que las organizaciones muy antiguas experimentan más dificultades para admitir la novedad. Con la edad, las organizaciones tienden a envejecer. Las pautas de funcionamiento que fueron en un tiempo adecuadas para su éxito se transforman en rituales. Existen organizaciones que, si bien son nuevas, heredan comportamientos de otras (ya sea por normas escritas o por la conducta de los miembros).

Estos dos aspectos son importantes al seleccionar problemas, ya que darán una idea de la carga de novedad que la organización puede soportar.



#### **4.4-Vincular los problemas con los procesos**

Los problemas deben vincularse a los procesos de negocio a los cuales pertenecen y, dentro de cada proceso, a qué funciones. Las implementaciones de los Sistemas ERP se realizan por módulo (recuérdese que los módulos representan funcionalidades), cada iteración puede implicar la implementación de uno o más módulos. La regla general es que se itere tantas veces como sea necesario para lograr la implementación del proceso completo. Siguiendo este criterio, habrá procesos que tengas más problemas que otros y esta medida puede ser un indicador para determinar cómo encarar la implementación.

#### **4.5-Establecer los alcances**

Los límites de un sistema siempre son arbitrarios. Cuando un sistema se divide conceptualmente en subsistemas, el objetivo es disminuir la complejidad que significa manejar el todo, para aislar y fijar la atención en una porción más pequeña. Cuando se delimitan los subsistemas, se corre el riesgo de dejar fuera del foco de atención interacciones con los otros subsistemas que pueden ser importantes.

La tarea de establecer los alcances no es nada sencilla e implica tener bien claros los siguientes conceptos:

##### **4.5.1-No perder de vista los procesos**

¿Cómo hacer en las implementaciones de Sistemas ERP para no fijar la atención en funciones, olvidándose del proceso? Y, por otro lado, ¿cómo se hace para no caer en la complejidad de tener que trabajar sobre todo el proceso simultáneamente? Lamentablemente, los dos objetivos son contradictorios. Ya está visto que implementar todo a la vez no ha dado buenos resultados, fundamentalmente porque no considera la necesidad de medir la carga de la novedad, se ignoran las bondades de que los cambios sean concebidos dentro de un proceso de mejora continua y se desconoce que el diseño es una reinterpretación de la realidad y no un arte que admite cualquier posibilidad. También, se sabe que atacar por funciones genera un riesgo serio de querer optimizarlas en desmedro del sistema total; que se pierda de vista al cliente, que es el objetivo de los procesos; y que se mire más hacia arriba que hacia los costados.

La respuesta adecuada al problema planteado es introducir en las estructuras a los gerentes de procesos y sus equipos. Ellos deberán ser los responsables de que la imprescindible división del trabajo se combine con la necesidad vital de no perder de vista el proceso y, por ende, al cliente. Estas personas deben conocer muy bien el proceso completo, tienen que contar con una extensa experiencia y focalizar su acción en las interacciones de las funciones, para no perderse en sus detalles. Además, deben poseer buena documentación, trabajar con colaboradores muy capacitados y con mucho conocimiento del software vigente.

Los gerentes de procesos son las personas que deben procurar suboptimizar los sectores funcionales y subordinarlos al logro de los objetivos del proceso.

#### **4.5.2-Elegir bien las funciones a implementar y establecer correctamente los alcances**

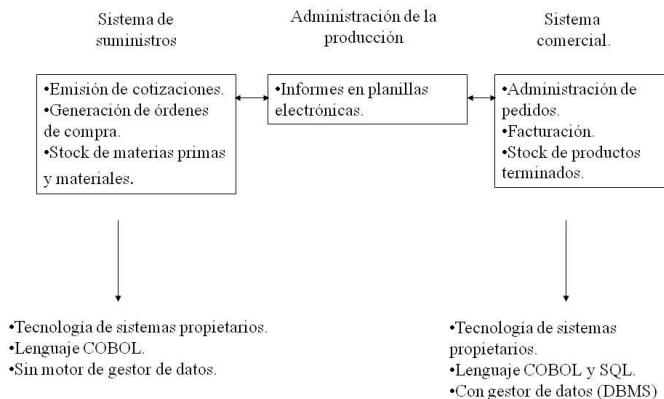
La mejor forma de ver la importancia de una buena selección de las funciones es mediante un ejemplo:

Una empresa textil de Brasil que, en su proceso hacia la incorporación de un Sistema ERP, cometió un grave error de implementación incremental. La causa: una mala decisión acerca de en qué orden debían implementarse las funciones. Esta empresa textil tenía detectados varios problemas en la cadena de abastecimiento. Entre ellos:

- Graves dificultades para integrar la información del proceso.
- Mucha información del proceso productivo que se generaba a «tracción a sangre», con demasiada inconsistencia entre los distintos informes.
- Excesivos stocks para abastecer al sistema productivo.

En la figura 27, se muestra la situación de la tecnología informática en el proceso de la gestión de la cadena de abastecimiento anterior al Sistema ERP. Este proceso se componía de tres grupos:

- El sistema de suministros.
- La administración de la producción.
- El sistema comercial.



**Figura 27**

El sistema de suministros gestionaba las cotizaciones, las órdenes de compras y los stocks de materias primas y materiales. Estaba instalado sobre un hardware con sistema operativo propietario. Todos sus programas fueron desarrollados in-house, en lenguaje Cobol y con estructura de archivos tradicionales. El sistema comercial incluía los stocks de productos terminados, la administración de los pedidos y la facturación de productos. Este sistema también fue programado in-house, con lenguaje Cobol, pero con un potente DBMS relacional. Todo lo vinculado al proceso productivo se llevaba en planillas electrónicas de cálculo.

Como el sector de producción estaba absolutamente virgen de todo sistema informático, la compañía tomó la decisión de iniciar la implementación del Sistema ERP allí, dejando para otra instancia el reemplazo del sistema de suministros y del sistema comercial.

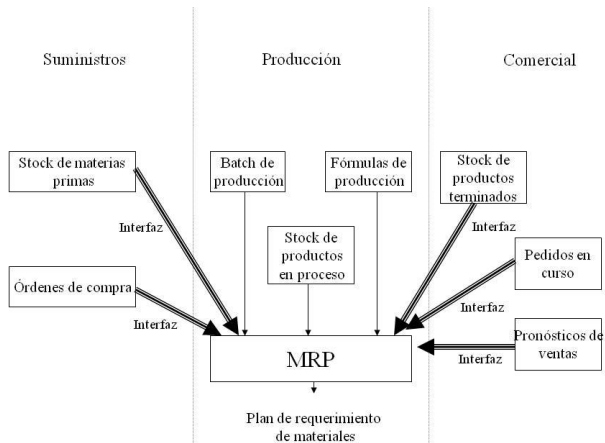
La mayor dificultad que debieron enfrentar fue que para poder implementar el módulo industrial, cuya función principal era la elaboración del plan de requerimiento de materiales (MRP), se requería:

- Los pronósticos de ventas.
- Los stocks de productos terminados.

- La producción en proceso.
- Los stocks de materias primas.
- Las órdenes de compras.

Lamentablemente, los datos correspondientes a los puntos 1, 2, 4 y 5 se generaban fuera del alcance de esta primera etapa.

En la figura 28, se ve el cuadro de situación una vez implementadas las funcionalidades de producción del Sistema ERP. Como los stocks de materias primas estaban en el sistema de suministros, tuvieron que hacer una interfaz para alimentar estos stocks al Sistema ERP. Esto los obligó a mantener duplicados los saldos de los stocks. También, se tuvo que realizar una interfaz desde el sistema de suministros, para alimentar al Sistema ERP con las órdenes de compras a los proveedores (especificando para cada ítem la fecha de entrega comprometida). La misma situación que se produjo con los stocks de materias primas ocurrió también con los stocks de productos terminados del sistema comercial, ya que hubo que duplicarlos para que el programa de MRP los pudiese tener en cuenta. Además, tuvieron que construir cada interfaz necesaria para transmitir desde el sistema comercial al Sistema ERP los pronósticos de ventas y los pedidos comprometidos.



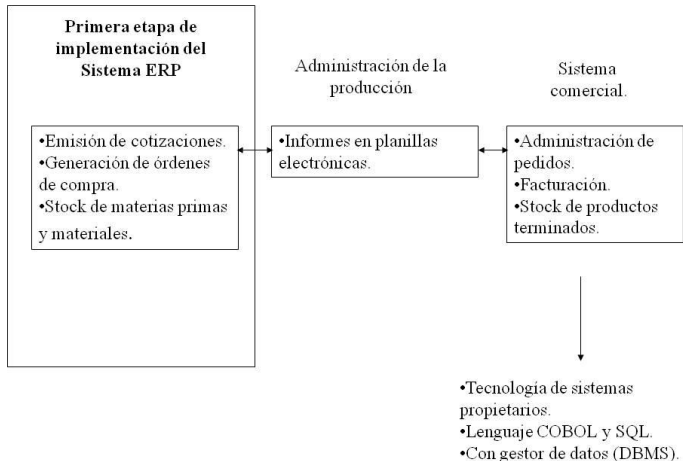
**Figura 28**

En conclusión, a pesar de los muchos esfuerzos realizados, el proceso de MRP nunca funcionó correctamente. Por el desprestigio sufrido, los otros módulos del Sistema ERP nunca se pusieron en marcha.

Todo habría sido muy distinto con el siguiente orden de implementación: reemplazar primero las funcionalidades del sistema de suministros, sustituir luego las del sistema comercial y, por último, poner en marcha el MRP. No se hubiera requerido ninguna interfaz ni stocks duplicados.

Todo se habría conseguido mucho más rápido y con menos esfuerzo. En las figuras 29, 30 y 31, puede verse el orden correcto de implementación para este caso.

### Primera etapa



**Figura 29**

## Segunda etapa

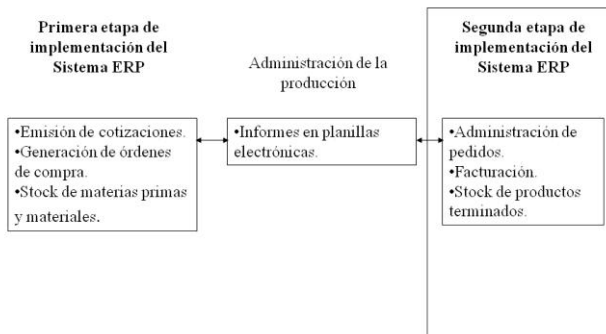


Figura 30

## Tercera etapa

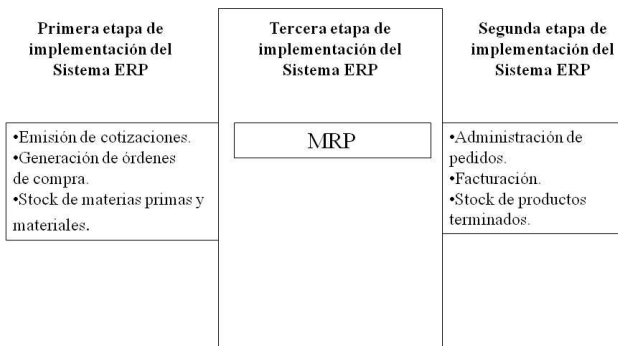


Figura 31

## 5-Preparación del presupuesto

En función de los alcances definidos, seguramente será necesaria una estimación de los costos que permita evaluar la factibilidad financiera del proyecto. Es posible que en función de los valores presupuestados se replanteen los alcances.

Un estudio realizado sobre 5000 firmas manufactureras de EE. UU.<sup>44</sup> dio como resultado la siguiente desagregación de los costos de un proyecto de implementación de Sistemas ERP:

➤ Software	30,2%
➤ Hardware	17,8%
➤ Consultoría	24,1%
➤ Capacitación	10,9%
➤ Equipo de implementación	13,6%
➤ Otros	3,4%

El costo del software es solo del 30,2% y, hasta ese momento del proyecto, es prácticamente el único valor que es posible conocer con cierto nivel de certeza. El resto de los valores será una estimación con un margen de error importante.

Para la confección del presupuesto, se debe trabajar codo a codo con los proveedores. Es una tarea que demandará considerable esfuerzo. Entre muchos otros datos, habrá que estimar:

- Funcionalidades del sistema a ser utilizadas.
- Cantidad de usuarios totales por función.
- Cantidad de usuarios concurrentes por función (máximo y promedio).
- Cantidad de operaciones por función (órdenes de compras, facturas, devoluciones, etcétera.).
- Picos de operaciones por función.

---

<sup>44</sup> Vincent Mabert, *Enterprise Resource Planning Survey of US Manufacturing Firms*, Ashok Soni, 2000.

- Volúmenes de datos (cantidad de productos, materias primas, proveedores, clientes, etcétera.)

No hay que olvidarse de presupuestar las posibles necesidades de programación de cada interfaz, reportes y conversión de datos. En el cuadro expuesto, este tipo de gastos están estimados dentro de los costos del equipo de implementación y de la consultoría. Esto es así porque, en general, la programación se realiza con recursos propios.

En la confección del presupuesto, debe participar el responsable de IT, ya que los requerimientos tecnológicos deben ser alineados con la tecnología existente y con la política seguida por la organización en esta materia. El proyecto seguramente implicará nuevos recursos tecnológicos y el aprovechamiento de los existentes (la utilización de la red de datos, la capacidad ociosa del hardware, etcétera).

## **6-Designación del comité de dirección**

El comité de dirección es el nexo entre la alta dirección de la empresa y el proceso de implementación del Sistema ERP. El comité debe posicionar el proyecto entre los objetivos del negocio y, a su vez, transmitir al equipo de diseño la visión de la dirección sobre la marcha del proyecto. Estará a cargo del control presupuestario y de la verificación del cumplimiento de los objetivos. El comité de dirección deberá designar al gerente de proyectos, quien tendrá que rendir cuenta de sus actos ante este cuerpo. Este comité, junto al gerente de proyectos, nombrará a los integrantes del equipo de diseño. También, deberá fijar los indicadores, lo que no es tarea sencilla, ya que pueden ser difíciles de definir y costosos de medir. El objetivo de las métricas es tener una idea acerca de cuánto han sido cubiertas las expectativas de los clientes. Estos números deben permitir establecer medidas correctivas o bien constituirse en una fuente importante de información para la próxima iteración del ciclo de vida.

Este comité estará integrado por:

- Gerentes responsables de las áreas involucradas en el proceso que será implementado.
- El gerente de proyectos (gerente de procesos).
- El gerente de sistemas.
- El consultor especializado (por invitación).



- Los usuarios clave (por invitación).
- El coach.

## **6.1-Gerentes responsables de las áreas involucradas**

Obviamente, los gerentes de las áreas involucradas en la implementación del Sistema ERP son, tal vez, los más interesados en los resultados que se obtengan del proceso. Ellos son los que, principalmente, se pueden ver beneficiados o perjudicados por la implementación (no hay que olvidar que una implementación de un Sistema ERP siempre implica la suboptimización de funciones). Las áreas que controlan serán el campo de operaciones de la implementación, de modo que son ellos quienes cargarán con el esfuerzo y los que asumirán el mayor riesgo.

No se debe involucrar en el comité de dirección a gerentes de áreas que puedan ser tocados por la implementación tangencialmente. Las reuniones del comité pueden ser largas y tediosas para quienes tengan un bajo nivel de interés. El compromiso de ellos se obtendrá en negociaciones independientes con el gerente de proyectos o en reuniones especialmente programadas por el comité de dirección.

## **6.2-Gerente de proyectos**

Esta figura es más conocida como líder de proyectos. La propuesta de este libro es que el cargo sea ocupado por un gerente de procesos, más precisamente por el gerente de procesos sujeto a diseño. El cargo de Gerente de Procesos debe ser de carácter permanente. Su equipo de colaboradores se armará en función de la magnitud de la empresa y de la complejidad del proceso. El gerente de procesos asume el rol de gerente de proyectos durante las etapas de diseño y puesta en marcha. En la etapa de seguimiento, vuelve a desempeñar su rol de gerente de procesos.

## **6.3-Gerente de sistemas**

La presencia del gerente de sistemas es absolutamente imprescindible. Su participación tendrá fundamental trascendencia cuando se trate de definir la tecnología de hardware, de software del sistema, de DBMS y de telecomunicaciones.

Por otro lado, deberá brindar al proyecto de implementación los siguientes servicios:

- Instalaciones del hardware, software y telecomunicaciones, fundamentalmente para crear y probar el piloto.
- Programación para:
  - Desarrollar interfaces.
  - Convertir datos.
  - Desarrollar informes y procesos especiales.
- Backup.
- Instalaciones del software aplicativo.
- Instalación de *patch*.
- Administración de base de datos.
- Administración de comunicaciones.

## **6.4-Consultor**

No se aconseja que los consultores estén presentes en el comité de dirección, ya que suelen ser motivos de permanentes cuestionamientos. Si bien es importante contar con la visión que como proveedores externos pueden brindar, esto no implica que deban ser integrantes permanentes del comité. No hay que olvidar que son proveedores y tienen sus propios intereses en juego.

## **6.5-Usuarios clave**

En función de la complejidad del tema que se analice en el comité de dirección, se podrá invitar a usuarios operativos que conozcan con más detalle los temas a tratar.

## **6.6-El coach**

La figura del coach tiene los mismos alcances e injerencias que en la etapa de selección.

## **7-Forma de trabajo del comité de dirección**

El comité de dirección debe trabajar como un equipo que aprende. Los equipos que aprenden deben manejar dos prácticas: el diálogo y la discusión. En el diálogo se debe escuchar, eliminando las perspectivas propias para entender las perspectivas del otro. La discusión se produce cuando cada uno defiende su idea para tratar de

elegir una de las alternativas. Dice David Bohm<sup>45</sup> que es un importante teórico cuántico: «El aprendizaje en equipo consiste en ver al pensamiento, ante todo, como fenómeno colectivo. Como el pensamiento, en gran medida, es colectivo, no podemos mejorarlo en forma individual. Debemos considerar el pensamiento como un fenómeno sistémico, que surge de nuestro modo de interactuar e intercambiar un discurso recíproco». Bohm identifica tres condiciones básicas para que se produzca el diálogo:

- Todos los participantes deben suspender sus supuestos.
- Todos deben verse como colegas.
- Tiene que haber un árbitro que maneje el contexto del diálogo.

El comité de dirección es el ámbito dónde se deben establecer los compromisos del proyecto. Un compromiso es un acuerdo de partes respecto de quién tiene que hacer qué cosa. Para lograr los objetivos, es necesaria la coordinación de las acciones por intermedio de la asunción de compromisos. Kofman enuncia tres formas de establecer los compromisos: la promesa, la oferta y el pedido.

- La promesa es comprometerse a algo sin que se esté obligado a hacerlo. Es un acto libre y voluntario. Se debe evitar intentar obtener promesas no ofrecidas. A mucha gente le cuesta decir que «no» (piensan que pueden ser mal interpretados) y muchas veces se ven envueltos en breves de los que luego no saben cómo salir. No todas las promesas son explícitas; por ejemplo: si el vendedor de una empresa vendiera también productos de la competencia, sería automáticamente despedido, aunque no exista un compromiso explícito para que no lo haga. Debe evitarse que en el comité queden promesas no explícitas. Ningún miembro del comité debe dar por cumplida una promesa hasta que el receptor del beneficio no la dé por cumplida explícitamente. En las promesas colectivas, se corre el riesgo de que cada miembro entienda distintas cosas. Hay que tratar de asegurarse de que la mayoría interpreta correctamente la promesa que se está asumiendo. Tampoco hay que admitir compromisos como: «Voy a ver qué se puede hacer» o «trataré de hacer lo posible». Estas promesas no sirven

---

<sup>45</sup> David Bohm, *The Special Theory of Relativity*, 1965.

de nada en cuanto a la coordinación de actividades.

- La oferta es una promesa con una condición de reciprocidad. Por ejemplo, cuando se dice: «Podemos comenzar las tareas de capacitación la próxima semana, si contamos con los equipos necesarios», la oferta apunta al interés del otro. Una buena predisposición para la oferta es una actitud de mucho valor en los proyectos de Sistemas ERP.
- El pedido es una forma de conseguir, por parte del interlocutor, una promesa. El pedido puede estar encerrado en sutilezas del lenguaje que pueden confundir al interlocutor. Por ejemplo: con el objetivo de lograr obtener una promesa para que se aumente la capacitación de los usuarios, el gerente de proyectos puede decir: «No estoy seguro de que los usuarios estén bien entrenados para el lanzamiento». Los pedidos pueden ser mal interpretados, por lo que es conveniente confirmarlos adecuadamente.

## Capítulo IX

### La etapa de diseño operativo

#### 1-Actividades de la etapa de diseño operativo

Las actividades generales de la etapa de diseño (operativo) son:

- Contratar la consultoría.
- Designar el equipo de diseño.
- Definir y gestionar los requerimientos de tecnología e instalaciones para la etapa de diseño.
- Establecer indicadores.
- Capacitar al equipo de diseño.
- Reinterpretar el proceso.
- Diseñar cada interfaz.
- Diseñar las necesidades adicionales de información.
- Preparar un piloto.

#### 2-Contratación de la consultoría

La complejidad y variedad de alternativas que permiten los Sistemas ERP exigen la contratación de personal altamente especializado en ellos. El conocimiento que tenga de sus funcionalidades y la experiencia en su utilización son factores muy importantes para un buen aprovechamiento de estos sistemas. Alberto R. Lardent<sup>46</sup> dice que «la responsabilidad de los consultores es aplicar la metodología que ofrecieron en su propuesta para administrar las actividades que conduzcan a la implementación, en el tiempo predeterminado y con la calidad que el costo del producto impone, incluyendo el entrenamiento del personal involucrado».

Los aspectos a tener en cuenta en la contratación de la consultoría son los siguientes:

---

<sup>46</sup> Alberto R. Lardent, *Sistemas de información para la gestión empresarial: planeamiento, tecnología y calidad*, Pearson Education S.A., 2001.

- Que la consultora tenga cobertura suficiente en todas las ubicaciones geográficas en que se la requiera.
- La consultora, como empresa (no solo el consultor), debe tener experiencia en el software a implementar. El consultor es la cara visible que debe tener un equipo que apoye su trabajo cuando el proyecto lo requiera. Esto es importante, ya que puede presentarse la necesidad de ampliar el proyecto o de subdividirlo en equipos, en cuyo caso será necesario el apoyo de más consultores capacitados.
- Los contratos deben ser muy claros en cuanto a las horas-hombre contratadas, las que deben estar abiertas por la categoría y la especialidad del consultor. Hay que especificar cómo se cotizarán las horas adicionales en caso de tener que ampliar el proyecto.
- Si los consultores tienen que viajar largas distancias, deberá especificarse la modalidad de contratación de los transportes, los alojamientos y los viáticos. Cuando estos puntos no están bien aclarados, siempre se termina discutiendo cosas como: la categoría del hotel, si son habitaciones separadas o no, si en el avión se viaja en turista, business o primera, etcétera. Esto desgasta inútilmente la relación.

### **3-Relación de la empresa con la consultora**

Es conveniente que la relación con la consultora esté solo a cargo del gerente de proyectos y que a través de él se establezcan los vínculos comerciales y profesionales. De lo contrario, los malos entendidos pasan a ser moneda corriente.

Las consultoras suelen generar lo que sistémicamente se conoce como desplazamiento de la carga. El ciclo es el siguiente: la organización se recuesta en el conocimiento de los consultores; luego, la organización no adquiere los conocimientos para resolver con autonomía los problemas. Por ende, a medida que se incorporen más funcionalidades del Sistema ERP, también subirá la facturación de la consultora.

### **4-Designación del equipo de diseño**

La designación del equipo de diseño será responsabilidad del comité de dirección. La

cantidad de gente involucrada en el equipo dependerá del alcance del proyecto y de la carga de novedad que signifique. Cuanto mayor es la novedad, más difícil será su implementación y más gente se necesitará. En forma general, la composición del equipo de diseño sería la siguiente:

- Gerente de proyectos.
- Representante de sistemas.
- Usuarios clave.
- Consultores.

#### **4.1-Gerente de proyectos**

El gerente de proyectos es un gerente de procesos que en la etapa de diseño y en la de puesta en marcha ocupa el rol de liderazgo del equipo de diseño. El contexto sistémico en el cual deberá llevarse adelante el proyecto será, como en todos los casos de la época y seguramente de las venideras, un contexto caótico y sumamente complejo. Quien lidere el proceso de diseño operativo deberá, por momentos, discutir temas de volumen de transacciones o de interfaces a nivel técnico, pero también deberá dialogar y discutir sobre problemas organizacionales, culturales, motivacionales, etcétera. Tendrá que manejar conceptos específicos del proceso que gerencia. Por ejemplo: si se trata del proceso de la cadena de abastecimiento, deberá conocer sobre modelos de stocks, de programación lineal y conceptos de la disciplina contable. Tal vez, sea uno de los puestos más difíciles de cubrir en cualquier organización.

Debe reunir habilidades tales como:

- Amplio conocimiento y experiencia en gestión de proyectos.
- Gran conocimiento de informática.
- Experto en funciones de negocios.
- Muy buenas condiciones para la capacitación.
- Debe reunir todas las habilidades que requiere un líder

Fundamentalmente, deberá saber conducir al equipo por lugares caóticos y complejos, para lo cual es necesario saber utilizar algunas disciplinas y técnicas, entre las que se encuentran:

- El pensamiento sistémico.

- El diálogo.
- La teoría de los juegos.
- El aprendizaje en equipo.
- La teoría de las restricciones.
- Los modelos mentales.
- El coaching.

Los líderes de las organizaciones de hoy tienen que ser personas que logren desarrollar una visión compartida, que puedan gestionar y enseñar a gestionar situaciones complejas. Deben lograr expandir el pensamiento individual para lograr un pensamiento colectivo. El líder que se necesita es el que no aparece como el gran héroe, sino el que logra que todo el equipo se destaque. Es el que gesta el ambiente necesario para que se desarrolle la actividad y cada integrante pueda expandir al máximo sus condiciones. Líder es quien logra sacar lo mejor de cada uno. Los líderes que se destacan por sobre el grupo es porque no son buenos líderes.

William Glasser<sup>47</sup> dice:

- Un líder es responsable de la consistencia entre el propósito y la identidad trascendente del equipo. El líder es totalmente responsable de asegurar que haya un futuro para las personas a quienes lidera.
- Los trabajadores trabajan en el sistema. El líder trabaja sobre el sistema.

Lao-Tsé, creador del *Tao Te King* (libro del camino y su poder) escribió en el año 500 a.C.:

- El peor líder es aquel a quien la gente desprecia.
- El buen líder es aquel a quien la gente reverencia.
- El gran líder es aquél que hace decir a la gente: «lo hicimos nosotros mismos».

Ha habido alguna tendencia, por suerte ya prácticamente descartada, a utilizar

---

<sup>47</sup> William Glasser, *The Control Theory Manager*, Harper Business, 1994.



usuarios funcionales como líderes de proyectos. Por ejemplo: si se está por implementar el proceso de gestión de recursos humanos, nombran al jefe o gerente de remuneraciones para liderar el proyecto. Esta sería una medida errónea, pues:

- No tienen experiencia en proyectos informáticos.
- No saben lo suficiente de informática.
- No están consustanciados con los procesos.
- No conocen los sistemas informáticos vigentes.
- Entran en conflicto con los funcionales de otros sectores porque se los considera parciales.
- Son fácilmente manejados por los consultores o por los gerentes de sistemas. También, se da el extremo opuesto, cuando desconfían de todo y de todos.

#### **4.2-Representante de IT**

En todo proyecto de gestión de Sistemas ERP, seguramente se necesitará un fuerte apoyo del sector de informática. Según el caso, será necesaria una participación permanente de alguien de sistemas o podrá ser una actividad de tiempo compartido. Su designación debe ser un acuerdo entre el gerente de sistemas y el gerente de proyectos. Sus funciones más importantes serán:

- Proveer los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Asesorar en temas específicos de tecnología.
- Investigar sobre productos de hardware o software que puedan ser interesantes para incorporar al diseño del nuevo proceso.
- Constituirse en el nexo entre el equipo de diseño y el sector de sistemas para la programación, operación y la administración de los datos.

#### **4.3-Usuarios clave**

Los usuarios clave podrán ser los mismos (o no) del equipo de detalle del proceso de selección. La diferencia en el criterio de selección solo radica en que, en esta oportunidad, se debe seleccionar en función del alcance del proyecto. Estos serán los representantes de cada sector involucrado en el proyecto, serán quienes negociarán las diferentes alternativas en nombre del sector. Cada uno deberá aportar su visión y sus ideas, deben saber transmitir cómo son sus tareas al resto de los miembros del equipo y, también, comunicar los acuerdos alcanzados al sector.

La cantidad de usuarios que participen en el proyecto también dependerá de la importancia, magnitud y complejidad. En términos generales, no es conveniente sacar a los usuarios de sus lugares habituales durante extensos períodos. Es preferible que la participación de ellos sea a tiempo compartido, ya que, si se los retira de sus tareas usuales por mucho tiempo, se les genera demasiada inestabilidad. El usuario de tiempo completo tiende a pensar que alguien lo reemplazará y que le puede hacer perder el puesto. Si el usuario acepta este riesgo, es porque lo motiva una posibilidad de proyección que en su sector no tiene. El usuario full-time aprovecha el proyecto para intentar nuevos horizontes; por ende, pierde su compromiso con el sector. También, puede ocurrir que el usuario full-time busque nuevos horizontes fuera de la organización, lo que sería peor, ya que en este caso se pierden recursos muy valiosos y se afecta notablemente la conservación de la memoria de la organización. Por lo dicho, para que el usuario clave siga siendo usuario clave, deberá permanecer más tiempo en el sector que en el equipo de diseño. Esto puede demorar la finalización de la etapa de diseño. Pero la mejora de los procesos no se logrará sin la paciencia necesaria. El principio general debería ser que los usuarios se conviertan en mejores usuarios. Se observan casos en que se los ha forzado a su participación en el proyecto de manera full-time. Cuando esto sucede, el usuario busca forzar una finalización rápida del proyecto y volver cuanto antes a su puesto.

#### **4.4-Consultores**

La cantidad de consultores y el tiempo que se los necesite a cada uno, así como su dedicación (full-time o part-time), dependerá de la magnitud del proyecto.

El consultor debe:

- Ser designado por la empresa consultora. No es conveniente interferir en esta decisión porque si en el futuro hubiera algún problema con el consultor, la empresa consultora podría efectuar su descarga argumentando que designó al consultor que se le pidió.
- Conocer muy bien el software. Si no, deberá ser reemplazado de inmediato. Un consultor que no conoce bien el software traerá más confusión que claridad. Es preferible detener el proyecto hasta que se tenga el consultor adecuado. Se debe tener en cuenta que los consultores

se especializan por procesos, que los Sistemas ERP son productos muy complejos y que, prácticamente, no existe consultor que haya probado todas las variantes.

- Adaptarse a los tiempos del equipo (no es el equipo el que debe adaptarse a los tiempos del consultor).
- Tener experiencia en el tipo de industria. Hay que tener cuidado con los consultores que no han trabajado en la industria, ya que pueden perder mucho tiempo tratando de entender los procesos o sugiriendo propuestas impracticables.
- Asumir el compromiso de permanecer en el proyecto durante la etapa de diseño y de puesta en marcha. Es muy malo para los proyectos cambiar de consultor durante el transcurso de estas etapas.

## **5-Definir y gestionar los requerimientos de tecnología informática e instalaciones físicas**

En función de la magnitud del proyecto, se requerirá:

- Espacio físico para que trabaje el equipo de diseño.
- Hardware y software necesario para las tareas de confección del piloto.
- Considerar herramientas de office y de gestión de proyectos.
- Las grandes empresas de Sistemas ERP ofrecen productos para diseñar la solución y para facilitar la construcción del piloto. Estas últimas requieren de un gran conocimiento sobre cómo utilizarlas, y muchas veces significan una complicación adicional, más que una herramienta efectiva.

## **6-Establecer indicadores**

Por la envergadura de estos proyectos (en tiempo, dinero e importancia para la organización), es decisivo manejarse con indicadores. Existen diferentes tipos de indicadores que deberán controlarse:

➤ Indicadores de cumplimiento

Sirven para comprobar el grado de cumplimiento de una tarea. Por ejemplo: si se cumple con la tarea de capacitación en los plazos establecidos.

➤ Indicadores de evaluación

Establecen el rendimiento que se obtiene de la realización de una tarea. Por ejemplo: medir el grado de conocimiento adquirido en la tarea de capacitación.

➤ Indicadores de eficiencia

Son indicadores que evalúan el tiempo y el esfuerzo en lograr un objetivo. Siguiendo el ejemplo de la capacitación, un indicador de eficiencia es el que establece una relación entre cantidad de capacitados, cantidad de educadores y costos relacionados.

➤ Indicadores de eficacia

Tratan de establecer un marco valorativo para el grado de concreción del objetivo. Por ejemplo: si se logró aumentar la velocidad de carga de pedidos en un determinado porcentaje.

➤ Indicadores de gestión

Están relacionados con la mejora del proceso. Son los que permiten establecer acciones concretas para lograr los objetivos del proceso. Posibilitan la mejora del sistema en su conjunto y miden la cercanía con las soluciones planteadas en el diseño.

Todos los indicadores son necesarios en la gestión de los Sistemas ERP. Para establecerlos se debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se debe medir?
- ¿Dónde es mejor medir?
- ¿Cuándo hay que medir?

- ¿Quién debe medir?
- ¿Cómo se debe medir?
- ¿Cómo se expondrán los resultados?
- ¿Cómo se controlará el funcionamiento de los mecanismos de obtención de datos?

Los indicadores de gestión deberán consensuarse con la estrategia general de la organización y deberán formar parte de una estrategia total, dentro de un marco valorativo de la gestión empresarial en su conjunto.

## **7-Capacitar al equipo de diseño**

En este punto, la capacitación debe estar orientada en dos sentidos: uno de ellos es técnico y el otro es funcional.

La capacitación técnica debe orientarse a enseñar la tecnología subyacente del Sistema ERP. Los destinatarios de este curso son los usuarios del área de IT, quienes deberán aprender, entre otras cosas, las siguientes tareas:

- Instalar el sistema y los nuevos *releases* o *patches*.
- Administrar la base de datos.
- Resguardar los datos.
- Administrar la seguridad.

Es posible que ante iteraciones del ciclo de vida, como en el caso de la ampliación de la cobertura geográfica o de una nueva unidad de negocio, no se requiera este tipo de capacitación.

La capacitación funcional se realiza para que todos los miembros del equipo de diseño obtengan el conocimiento de las funciones del sistema.

Los aspectos a tener en cuenta para la capacitación funcional son:

- Debe estar a cargo de profesionales en capacitación.
- Esta capacitación no debe estar orientada hacia una determinada solución de negocio; debe brindar un conocimiento de todas las posibilidades que brinda el sistema. Este no es el momento de encontrar la solución, sino de

obtener un abanico de posibilidades respecto de lo que el software es capaz de hacer.

- Es importante que el curso se dicte en lugares alejados o apartados de los sitios habituales de trabajo, para evitar que se interrumpa a los asistentes en búsqueda de soluciones a presuntas urgencias y evitar que el educando se sienta tentado a involucrarse compulsivamente en sus tareas habituales.

No deben escatimarse esfuerzos en dicha capacitación. Si el usuario no aprende qué es lo que puede hacer y lo que no es bueno hacer, la ilusión de lograr soluciones no se plasmará nunca en la realidad, los procesos seguirán con sus problemas y las oportunidades serán desaprovechadas.

## **8-Reinterpretar el proceso**

Los mayores inconvenientes que se deben superar para obtener soluciones a los problemas son los modelos mentales. La biología, el lenguaje, la cultura y las experiencias personales conforman modelos mentales. El filósofo español Julián Marías dice que «es característico del hombre inteligente el “esperar”, no precipitarse, dejar que lo que aparece ante los ojos o intenta penetrar por el oído se manifieste por entero, exhiba sus títulos de justificación, sea examinado por varios lados, desde distintos puntos de vista». Para poder cambiar la realidad, primero hay que comprenderla. Para comprenderla, hay que abrirse a nuevos modelos mentales que incorporen las diferentes visiones que se pueden obtener de la misma realidad. Intercambiar dentro del equipo de diseño las distintas realidades que se presenten, para componer una realidad compartida. Cuando cada miembro del grupo cree conocer la realidad y piensa que su realidad es la única, se producen los conflictos y cada miembro se cierra en su propia idea. Integrar las perspectivas de cada uno de los integrantes del equipo generará un proceso de aprendizaje colectivo y la posibilidad de crear soluciones que surjan de un pensamiento conjunto.

La mejor herramienta para lograr integrar la visión de los demás es la indagación. La indagación consiste en preguntar para obtener mayor información. Tiene por finalidad confirmar aspectos lingüísticos o semánticos que pueden alterar por completo la interpretación de una idea. En las clases de la facultad, se trabaja con un ejercicio que consiste en mostrar a los alumnos distintas imágenes que deben interpretar. La primera imagen es una escena donde un hombre vestido de policía corre detrás de una persona. La interpretación siempre indica que se trata de una

película policial, en la que un policía corre a un ladrón. Luego, la escena muestra que detrás del policía corre un león. El juicio es, entonces, que se trata de una película cómica en la que un policía y un civil huyen a toda prisa de las garras del león. Pero luego se ve a un camarógrafo filmando la escena. La nueva interpretación suele ser que se trata de un back-stage de una película. En todos los casos, se creía estar ante la verdad irrefutable; sin embargo, cada nueva información presentaba nuevas verdades irrefutables.

El proceso de diseño implica muchos días de trabajo; todo lo que se habla debe quedar documentado, incluso hay que guardar todos los papeles de trabajo que se usen para no volver una y otra vez sobre lo mismo. Conociendo bien la nueva herramienta y los procesos de la organización, la tarea se simplifica notablemente.

Cuando se diseña, se presentan las siguientes situaciones:

- Funciones que se quieren migrar tal cual son y que el Sistema ERP soporta perfectamente.

Estas funciones no revisten problemas.

- Funciones que se quieren migrar tal cual son y que el Sistema ERP no soporta naturalmente.

Aquí se deberá aguzar el ingenio para lograr que el sistema pueda llegar a acercarse al diseño existente. Luego se verá cómo se resuelven estos casos.

- Funciones que requieren utilizar las prácticas probadas en otras empresas y desechar las propias

En estos casos, el sistema seguramente se adaptará; pero habrá que acomodar la organización a la nueva práctica.

Estas prácticas son las que más dificultades ocasionan, pues son la gran carga de novedad de la implementación. Recuérdese que el secreto de una exitosa implementación es la adecuada dosificación de novedad que se introduce en cada iteración del ciclo de vida.

- Funciones que se quieren implementar (preexistentes o novedosas) y que el sistema no soporta de ninguna manera.

A estas hay que tratar de evitarlas decididamente. Son los casos que hubieran justificado un desarrollo in-house. Si no son casos mínimos, es porque se ha elegido mal el sistema.

## **8.1-Funciones que se quieren migrar tal cual son y que el Sistema ERP no soporta naturalmente**

Estos casos suelen resolverse de dos maneras:

### **8.1.1-Desnaturalizar la significación original de los datos**

Es, por ejemplo, usar en un Sistema ERP que tiene previsto como uno de los datos del producto (ítem de inventario) la fecha de vencimiento; si el producto no tiene vencimiento, es posible usar esa fecha para cualquier otra cosa (podría ser para guardar la fecha del control de calidad). El costo de este tipo de desnaturalización es: si se quisiera empezar a comercializar productos con fecha de vencimiento, el sistema no podrá utilizar el campo previsto para este dato porque ya fue utilizado con otra finalidad.

### **8.1.2-Cuando se requiere programación adicional**

Hay que tener en cuenta que las nuevas versiones de la aplicación no consideran que las empresas puedan haber efectuado modificaciones sobre sus programas o la estructura de los datos. Para programar nuevas funcionalidades, se siguen las siguientes técnicas:

#### **8.1.2.1-Modificar tablas del sistema**

En estos casos, se agregan campos a tablas existentes. En las figuras 32 y 33, se puede observar un ejemplo simplificado de cómo es esta forma de resolución. La primera figura contiene una tabla con los saldos de los *ítems de materias primas*, discriminado por *almacén*. El ejemplo supone que el Sistema ERP exclusivamente contempló un solo tipo de saldo del almacén. Suponiendo que se necesita imperiosamente llevar dos saldos diferenciados de las *materias primas* (saldo disponible y saldo reservado), la solución mediante esta técnica sería modificar la



tabla existente y agregarle a la misma un campo con la *cantidad reservada*. Luego habría que programar las aplicaciones que utilicen el nuevo dato.

Tabla original del sistema

Almacén	ítem	Cantidad
A1	101	1500
A2	102	700
A3	104	600
B1	1	2000
B2	2	1400
C1	101	30
C2	102	40
C3	1	80



Tabla del sistema modificada

Almacén	ítem	Cantidad	Cantidad reservada
A1	101	1500	150
A2	102	700	60
A3	104	600	10
B1	1	2000	0
B2	2	1400	3
C1	101	30	22
C2	102	40	0
C3	1	80	28

Figura 32

El mayor inconveniente de esta clase de ajuste es que resulta muy probable que una nueva versión, o un *patch* del sistema, modifique la tabla. Por ejemplo: agregando otros campos, como podría ser *cantidad rechazada* (Ver Figura 33). Los *patch* y los nuevos *releases* vienen acompañados por un instructivo sobre cómo instalar. Estos instructivos generalmente copian los datos del DBMS a un backup, luego modifican el diccionario de datos y la estructura de datos y, por último, vuelven a cargar los datos sobre la nueva estructura. Como cierre del proceso, lo que ocurre es que desaparece la tabla modificada de la versión anterior del sistema y solo queda la tabla del nuevo *release*, tal como lo muestra la figura 33.

Tabla del nuevo release o patch

Almacén	Ítem	Cantidad	Cantidad rechazada
A1	101	1500	0
A2	102	700	0
A3	104	600	0
B1	1	2000	0
B2	2	1400	0
C1	101	30	0
C2	102	40	0
C3	1	80	0

Figura 33

Los datos de *cantidad reservada* se perdieron porque, cuando el procedimiento de instalación del nuevo release copió el archivo original, no contempló el campo que se agregó (cantidad reservada). La solución sería repetir las modificaciones nuevamente. Habría que agregar una vez más el campo de *cantidad reservada* y recuperar los datos perdidos.

Esta alternativa es muy poco aconsejable porque:

- Es común que se agreguen campos a las tablas.
- Resolver el problema implica cambiar nuevamente la estructura y recuperar los datos perdidos (en el ejemplo, los saldos de *reservado*).

Es muy frecuente que los Sistemas ERP contengan en sus tablas campos libres para utilizar en este tipo de casos. Si así fuera, es una opción para utilizar.

### 8.1.2.2-Agregar tablas al sistema

Un segundo método para incorporar funcionalidad es agregar tablas relacionadas. Como se puede ver en la figura 34, y siguiendo el ejemplo anterior, se ha agregado una tabla con el saldo de la cantidad reservada, que se relaciona con la tabla original mediante los campos *almacén* e *ítem*. Luego, se programan las funcionalidades utilizando ambas tablas. Esta técnica tiene como ventaja que, si la tabla original es modificada en un nuevo *release*, pero no se altera la relación *almacén-ítem*, no será necesario cambiar la estructura ni recuperar los datos de reservado.

Tabla original del Sistema ERP

Almacén	Ítem	Cantidad
A1	101	1500
A2	102	700
A3	104	600
B1	1	2000
B2	2	1400
C1	101	30
C2	102	40
C3	1	80

Relación  
1 a 1

Tabla adicional al sistema

Almacén	Ítem	Cantidad reservada
A1	101	150
A2	102	60
A3	104	10
B1	1	0
B2	2	3
C1	101	22
C2	102	0
C3	1	28

Figura 34

Obsérvese que, en la figura 34, la nueva tabla modificada del Sistema ERP mantiene la relación con la que se agregó anteriormente.

### Nueva tabla original del Sistema ERP

Almacén	Ítem	Cantidad	Cantidad rechazada
A1	101	1500	0
A2	102	700	0
A3	104	800	0
B1	1	2000	0
B2	2	1400	0
C1	101	30	0
C2	102	40	0
C3	1	80	0

Relación  
1 a 1

Tabla adicional al sistema

Almacén	Ítem	Cantidad reservada
A1	101	150
A2	102	60
A3	104	10
B1	1	0
B2	2	3
C1	101	22
C2	102	0
C3	1	28

**Figura 35**

El problema se produciría si se cambiara la relación *almacén-ítem*, tal como lo muestra la figura 35. En el nuevo ejemplo, la tabla original ha sido reemplazada por otra en la que la cantidad o saldos de los ítems ya no pertenecen a una relación *almacén-ítem*, sino a la relación *almacén-subalmacén-ítem*. Si esta situación se diera, tendría que cambiarse la tabla adicionada, incorporándole la relación *almacén-subalmacén-ítem* y luego, con algún programa especial, reingresarle los datos.

Tabla original del Sistema ERP

Almacén	Ítem	Cantidad
A1	101	1500
A2	102	700
A3	104	600
B1	1	2000
B2	2	1400
C1	101	30
C2	102	40
C3	1	80

Nueva tabla del Sistema ERP

Almacén	Sub-almacén	Ítem	Cantidad	Cantidad rechazada
A1	1	101	1500	0
A1	2	101	0	0
A2	1	102	700	0
A2	2	102	0	0
A2	3	102	0	0
A3	1	104	600	0
A3	2	104	0	0
B1	1	1	2000	0
B2	1	2	1400	0
B2	2	2	0	0
B2	3	2	0	0
C1	1	101	30	0
C1	2	101	0	0
C2	1	102	40	0
C3	1	1	80	0

Almacén	Ítem	Cantidad	Cantidad reservada
A1	101	1500	150
A2	102	700	60
A3	104	600	10
B1	1	2000	0
B2	2	1400	3
C1	101	30	22
C2	102	40	0
C3	1	80	28

Tabla agregada por la empresa

Figura 36

### 8.1.2.3-Extraer los datos a un nuevo módulo

Esta técnica consiste en extraer los datos de las tablas originales del sistema y copiarlos a un módulo adicional. En la figura 37, se muestra cómo los datos de la tabla *almacén-ítem* se copian a otra tabla semejante, pero agregando los datos necesarios. Si la nueva versión del sistema ERP produce cambios en la estructura de datos, dichos cambios no afectarán la estructura del nuevo módulo ni sus programas. Posiblemente, solo habrá que arreglar el programa que extrae los datos al nuevo módulo.

Tabla original del Sistema ERP

Almacén	Ítem	Cantidad
A1	101	1500
A2	102	700
A3	104	600
B1	1	2000
B2	2	1400
C1	101	30
C2	102	40
C3	1	80

Programa que exporta los datos al nuevo módulo

Tabla del nuevo módulo

Almacén	Ítem	Cantidad	Cantidad reservada
A1	101	1500	150
A2	102	700	60
A3	104	600	10
B1	1	2000	0
B2	2	1400	3
C1	101	30	22
C2	102	40	0
C3	1	80	28

Figura 37

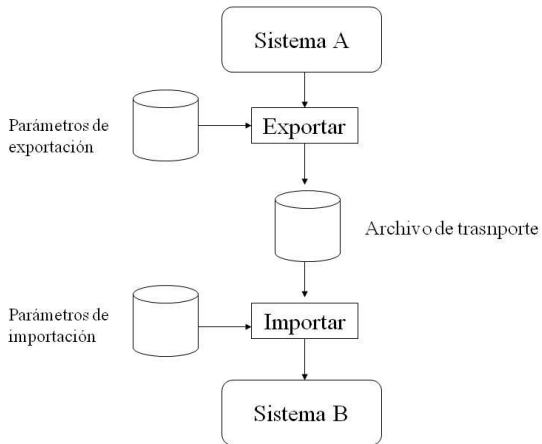
## 9-Diseñar cada interfaz

La confiabilidad de las interfaces es un factor crítico para que el sistema tenga buena aceptación en la organización.

Se manejan dos variantes técnicas:

### 9-1-Exportar los datos de un sistema a un archivo de intercambio de datos

Esta técnica consiste en desarrollar un programa que extraiga los datos del ámbito de un sistema y los deposite en un archivo de transporte o intercambio (Ver Figura 38), para luego ser importados a otro sistema.



**Figura 38**

Tanto la exportación como la importación se valen de un conjunto de parámetros que dan sentido al proceso y que también sirven de control. Por ejemplo: si se está realizando una interfaz del sistema de *producción*, que podría consistir en exportar la producción diaria para luego ser importada a los stocks de productos del sistema de *ventas*, los parámetros de exportación podrían contener los tipos de productos que se exportan, los tipos de movimientos de producción (producción, ajustes, anulaciones, etcétera), el rango de fechas entre las cuales se realiza el proceso (se toman los movimientos comprendidos entre determinadas fechas), etcétera. Los parámetros de importación podrían contener, por ejemplo: la equivalencia del código de producto del sistema de *producción* al código de producto del sistema de *ventas*; la equivalencia del tipo de movimiento del sistema de *producción* al tipo de movimiento del sistema *ventas*, etcétera.

Las ventajas de esta técnica son:

- Independencia tecnológica de los sistemas intervinientes; ya que la exportación y la importación se realizan dentro del ambiente tecnológico de cada sistema. Para el transporte, se suelen usar archivos secuenciales (archivos planos) para que puedan ser soportados por cualquier tecnología.

- Independencia temporal; ya que la exportación puede realizarse en un momento diferente al de la importación.

## 9.2-Exportar los datos de un sistema e importarlos simultáneamente a otro

Consiste en un solo proceso que extrae los datos de un sistema y los transporta a otro. También trabajan con su correspondiente juego de parámetros (Ver Figura 39).

La ventaja de este método es que evita la utilización del archivo de intermediación y su correspondiente administración. En este sentido, presenta menos posibilidades de error. Pero para que sea factible será necesario que la tecnología lo permita. Cuanto más desparejas sean las tecnologías de los sistemas intervinientes, más compleja y dificultosa resultará esta solución. No participa de ninguna de las ventajas del método anterior.

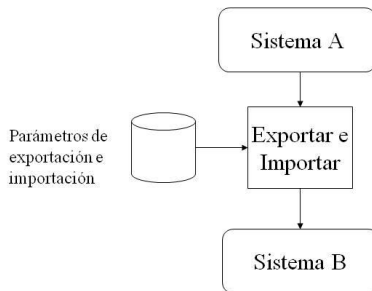


Figura 39

## 10-Problemas que acarrea una interfaz

Una interfaz suele fracasar por múltiples causas. Se enumerarán algunas de ellas:



- Se ejecutó la exportación o la importación en el momento incorrecto.
- Se perdió el archivo de intermediación.
- Fracasó el traspaso del archivo de intermediación.
- Se importó varias veces el mismo archivo.
- En la importación, se rechazaron transacciones y no se levantaron los rechazos.
- Hubo modificaciones no contempladas en alguno de los dos sistemas.

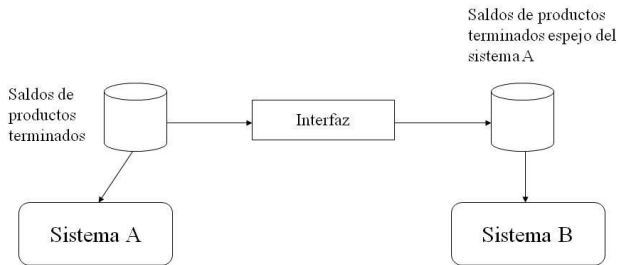
La lista antecedente es la razón por la que, en todo proyecto de implementación de Sistemas ERP, es necesario minimizar la necesidad de interfaces a lo estrictamente imprescindible (y aún menos si fuera posible).

Para mitigar los riesgos de una interfaz, es muy aconsejable utilizar los productos denominados *Enterprise application integration* (EAI) que son específicos para manejar las interfaces. Permiten que estas se desenvuelvan dentro de un ambiente controlado por software. Las principales funcionalidades de los AEI son:

- Simplificar el intercambio de información entre diferentes ambientes tecnológicos.
- Verificar el correcto funcionamiento de la interfaz.
- Efectuar reintentos ante fracasos.
- El núcleo de un EAI es un programa al que se lo denomina mapeador, que tiene por funcionalidad facilitar la programación de la interfaz.
- Generar reportes de inconsistencias.

### Recomendaciones:

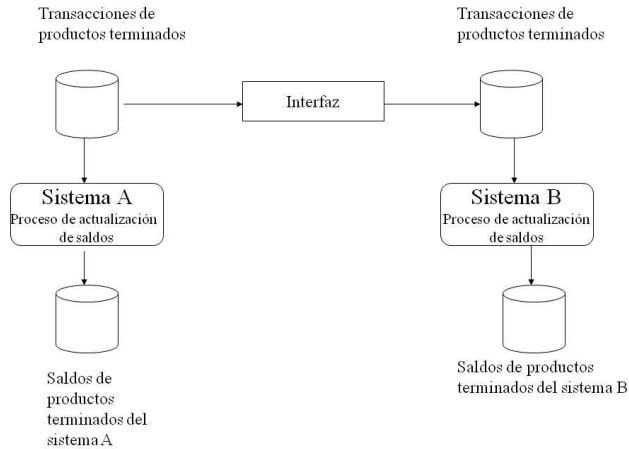
Tratar de trabajar las interfaces con archivos espejos. En la figura 40, se muestra un caso en el que los dos sistemas necesitan los saldos de los stocks de los productos terminados.



**Figura 40**

El Sistema A es el que da origen a los saldos, formado por movimientos transaccionales que lo justifican. La existencia de la misma información en los dos sistemas es un problema. Exige asegurarse de que los dos saldos sean iguales. Prácticamente, la única garantía de que los saldos sean iguales, en un determinado momento, es que los archivos de datos se espejen periódicamente. El problema de espejar los saldos es que cuando el usuario del Sistema B quiere conocer la justificación de un saldo debe recurrir al Sistema A, lo que posiblemente lo obligue a navegar por distintos menús y hasta por distintas tecnologías.

La figura 41 muestra lo que no se debe hacer en una interfaz. En lugar de espejarse los saldos, se transmiten las nuevas transacciones periódicamente, y estas actualizan los saldos. Por los múltiples problemas de las interfaces, los saldos en un sistema y en el otro son siempre diferentes. Nada desconcierta más que la información contradictoria y genera una peligrosa pérdida de confianza en ambos sistemas.



**Figura 41**

## **11-Diseñar las necesidades adicionales de información**

En general, la base de datos de los Sistemas ERP contiene la información requerida, pero la expone de forma inadecuada para el diseño informático elaborado. Estos requerimientos de información adicional pueden agruparse de la siguiente manera:

- Los que necesitarán especialistas en programación para su confección.
- Los que el usuario podrá desarrollar con herramientas de software de usuario final, como planillas de cálculos.

Las herramientas de usuario final requieren de cierto conocimiento para su utilización, que no siempre forma parte del bagaje de conocimientos con los que cuentan los usuarios. Por lo tanto, dentro de los proyectos de implementación de Sistemas ERP, es conveniente capacitar al usuario en el uso de software de usuario final.

Cuando la información no resulte de fácil obtención mediante las herramientas de usuario final, será preferible invertir más dinero en programación antes que desperdiciar tiempo de usuarios sin garantías de buenos resultados. La prueba del piloto debe incluir la aprobación del diseño de los reportes adicionales. Siempre hay que tener presente que con tener los datos en el sistema no alcanza; lo importante

es que el usuario los pueda utilizar adecuadamente en el proceso.

## **Capítulo X**

### **La puesta en marcha y el seguimiento**

#### **1-Estrategia para la puesta en marcha**

Una vez aprobado el piloto, tiene que planificarse cómo se pondrá en marcha el sistema. Se deberá dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿En qué momento?
- ¿En qué lugar?
- ¿Se mantendrá un paralelo?

##### **1.1-¿En qué momento?**

Las premisas al seleccionar el momento deben ser:

- Minimizar las necesidades de conversión de datos. Por ejemplo: si se decide implementar las funcionalidades contables a mitad de mes, es seguro que se necesitará migrar todos los asientos contables ingresados hasta el momento del start-up, más todos los saldos de las cuentas para que en el nuevo sistema se puedan emitir los informes de gestión, los reportes legales y, además, se pueda ejecutar el cierre del mes. Si el arranque se hiciera a principios de mes, es posible que, traspasando únicamente los saldos, fuera suficiente.
- Elegir un momento de baja actividad. Como los usuarios deberán realizar un gran esfuerzo para adquirir las nuevas formas de trabajo, lo ideal es hacerlo cuando ellos dispongan de tiempo libre. Por ejemplo: si se trata de una empresa de temporada, como una agencia de turismo, lo ideal sería realizar los cambios en temporada baja. Se debe tener en cuenta que también se requerirá un mayor esfuerzo del personal de IT, por lo tanto, el momento debe coordinarse con ellos.
- Evitar los períodos de vacaciones. Es posible que el período de vacaciones sea coincidente con la temporada baja. Pero, en lo posible, no hay que cambiar el período a causas del nuevo sistema. Postergar las vacaciones

puede generar un malestar innecesario.

## **1.2-¿En qué lugar?**

Se debe comenzar siempre por el lugar que menos dificultad presente. Hay que considerar tanto las dificultades funcionales como las culturales. Este criterio de selección apunta a darles a los implementadores mayor tiempo para adquirir experiencia y efectuar los ajustes con mayor tranquilidad.

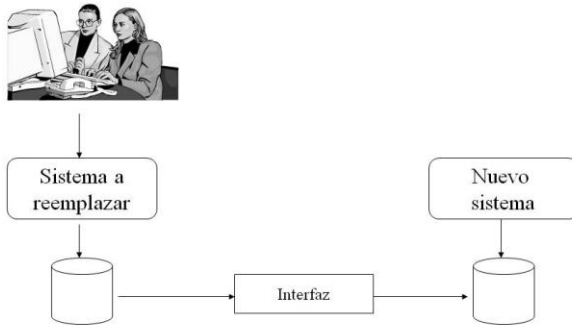
## **1.3-¿Se mantendrá un paralelo?**

Se habla de implementación en paralelo cuando se mantiene en uso el viejo sistema y, simultáneamente, se realizan las operaciones en el nuevo. Es decir que se redunda el trabajo. El objetivo del paralelo es disminuir los riesgos de problemas, dando al sistema un período de prueba real.

En general, resulta muy difícil realizar el trabajo en dos sistemas simultáneamente; implica un gran desgaste y un malestar generalizado que poco contribuyen a una buena implementación. Por lo tanto, siempre que se pueda, se debe tratar de evitar un paralelo.

Cuando se decida realizar un paralelo, se pueden utilizar dos estrategias para evitar una excesiva carga de trabajo:

- Cargar los datos sobre el viejo sistema y realizar programas para transmitir los datos al nuevo sistema. Así se evita la duplicidad de carga de datos (Ver Figura 42). Los programas de conversión de datos realizados para la implementación del sistema pueden ayudar a esta metodología.
- El método inverso al anterior. Es decir, trabajar sobre el nuevo sistema y transmitir los datos al viejo. El problema de esta metodología es que habrá que realizar programas especiales y probarlos adecuadamente antes de la implementación, con el adicional riesgo de errores.



**Figura 42**

## **2-Migración de datos: conversión y traspaso**

La conversión de datos es la transformación simbólica de los datos del viejo sistema en la simbología del nuevo sistema. Por ejemplo: cambiar la codificación de los productos, la codificación de las cuentas contables, las unidades de medidas de las materias primas, etcétera. El traspaso es el traslado de los datos del sistema viejo al nuevo. El objetivo de ambas funciones es ayudar a cargar los datos al nuevo sistema mediante la utilización de programas especialmente preparados. La conversión y el traspaso de datos suelen efectuarse en el mismo proceso al que se denomina migración de datos.

En general, los Sistemas ERP cuentan con mecanismos para realizar esta tarea e incluso para usarlos en las interfaces. Se trata de programas que, en lugar de recibir los datos por una carga manual on line, los reciben por intermedio de archivos que, mediante procesos *batch*, incorporan los datos al nuevo sistema. Por ejemplo: para cargar el maestro de cuentas contables, se puede utilizar el cargador on line del Sistema ERP o bien alimentar un archivo con los datos de las cuentas contables del sistema a migrar, que luego serán incorporadas al nuevo maestro de cuentas mediante un proceso *batch*.

Tanto la conversión como el traspaso son tareas que pueden realizarse

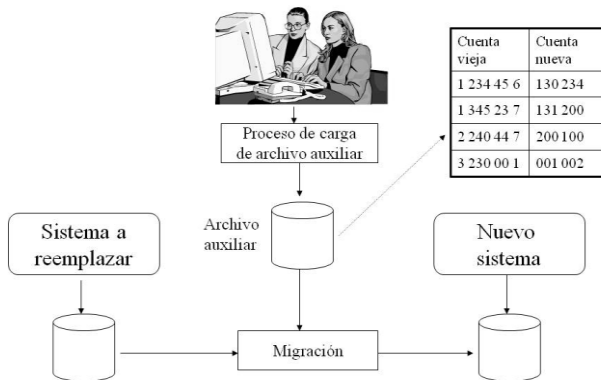
manualmente utilizando los cargadores naturales del Sistema ERP. Esta tarea debe ser programada siempre que el esfuerzo de programación sea menor que el de cargar los datos manualmente. Esto que parece extraño tiene su razón de ser. Siempre es preferible utilizar programas muy probados, como seguramente lo es el cargador on line del sistema, antes que utilizar programas nuevos, cuyos errores pueden repercutir en un punto distante e inexplicable del sistema. La excepción a esta regla se produce cuando la migración debe ser ejecutada en múltiples oportunidades.

La migración de datos debe controlarse cuidadosamente. Los errores (*bugs*) pueden descubrirse demasiado tarde. Por ejemplo: si se quiere traspasar el archivo de productos, hay que verificar que la cantidad de productos extraídos sea igual a la totalidad de los productos ingresados o que el total de saldos de las cuentas contables del viejo sistema coincida con el total del nuevo sistema, etcétera.

La migración puede ser ejecutada muchas veces antes de liberarse el sistema. Por lo tanto, es bueno tener por escrito los procedimientos a seguir para cada proceso. También es aconsejable que la ejecución de la migración quede en poder de los usuarios y que no se necesite de los programadores para procesarlas.

La migración puede implicar no solamente programación, sino también la utilización de archivos auxiliares. Por ejemplo: puede suceder que se quiera traspasar el saldo de las cuentas contables, pero que, como la codificación de las cuentas cambia, se requiera de un archivo que permita convertir el código de cuenta del viejo sistema en el código de cuenta del nuevo sistema. Estos archivos auxiliares deben someterse a un exhaustivo control de calidad de la información contenida (Ver Figura 43).





**Figura 43**

### 3-Depuración de datos

Es posible que antes de realizar la migración de los datos resulte conveniente un trabajo de depuración. Este proceso consiste en eliminar de la base de datos del viejo sistema aquellos datos que ensuciarían la base del nuevo sistema. Un sistema acumula, durante su ciclo de vida, gran cantidad de datos. Con el tiempo, muchos de ellos pueden convertirse en obsoletos y perder todo sentido para la compañía. Estos datos inútiles generan en el sistema una actividad innecesaria. Es conveniente aprovechar el trabajo de migración para eliminar toda la información basura.

### 4-Prueba

El objetivo de la prueba es asegurarse que el sistema esté listo para empezar a funcionar. Es conveniente efectuar la prueba en dos instancias: en un ambiente de prueba y, en segundo lugar, en el ambiente dónde operará el sistema o ambiente natural.

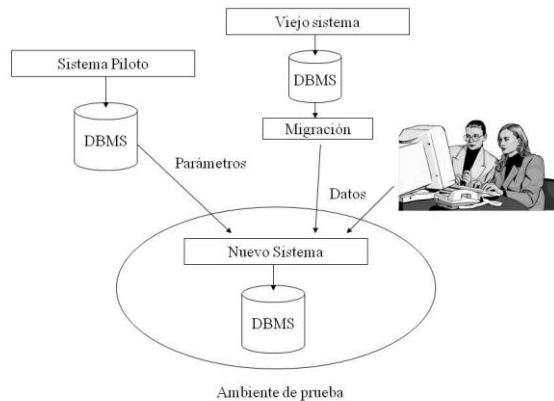
#### En ambiente de prueba

El ambiente de prueba suele armarse en espacios físicamente reducidos, donde los usuarios tienen la posibilidad de interactuar rápidamente para interpretar los datos y

analizar los procesos. Puede implicar el uso de la tecnología preparada para la prueba del piloto o disponerse de parte de la tecnología en la que quedará instalado definitivamente el nuevo Sistema ERP.

Los datos utilizados en el ambiente de prueba surgirán de tres fuentes distintas:

- Del piloto.
- De la migración del viejo sistema.
- De los datos ingresados manualmente al nuevo sistema (Figura 44).



**Figura 44**

Del juego de datos del piloto, se obtendrán los parámetros del sistema, que casi no requerirán ajustes, ya que han sido probados ampliamente en la etapa de construcción del piloto. Los datos que se traigan de la migración, a pesar de ser correctos, pueden hacer funcionar al sistema fuera de lo esperado. Trabajar con datos reales es absolutamente diferente que operar con datos armados para la prueba de un piloto.

Los errores más comunes en esta etapa provienen de:

- Una mala especificación de la migración.
- Errores en la importación de los datos del piloto.
- Inconsistencias del modelo.

- Incompatibilidades tecnológicas (esto ocurre si el piloto se probó en un ambiente tecnológico distinto).

Sin duda alguna, los errores más preocupantes serán las inconsistencias del modelo. Estos, si son significativos, podrían obligar a volver sobre la etapa de diseño. Por ejemplo: datos del viejo sistema que se suponía que estarían en el nuevo sistema y no lo están, o datos que parecían innecesarios, pero que finalmente no lo son.

Se deben probar:

- Interfaces.
- Inputs.
- Procesos.
- Outputs.

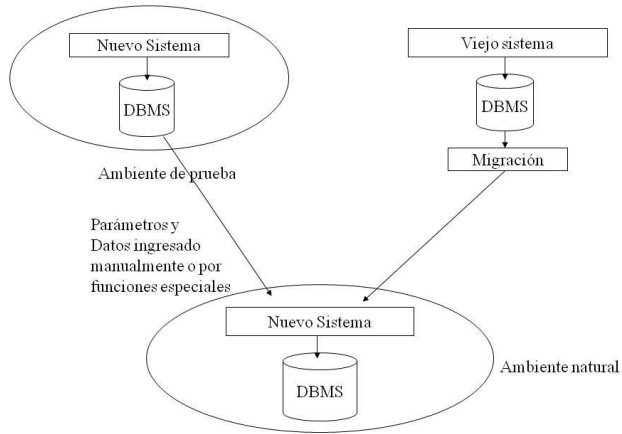
En todos los casos, no solo deberá corroborarse la corrección de cada una de las funciones, sino que, además, se debe prestar especial atención a la performance de cada una de ellas. Es necesario medir los tiempos de carga de datos, el tiempo de demora de los procesos, los reportes y las consultas on line.

#### En ambiente natural

El ambiente natural del sistema es aquel en el que funcionará el sistema operando normalmente. Esto implica usar la red de comunicación de la compañía, las estaciones de trabajo en que operarán diariamente, emitir listados donde realmente se imprimirán, etcétera.

Las fuentes de los datos del sistema en ambiente natural son:

- Sistema en ambiente de prueba (para obtener los parámetros).
- Los datos obtenidos de la migración.
- Datos obtenidos del ambiente de prueba que fueron ingresados manualmente o por procesos especiales (Ver Figura 45).



**Figura 45**

Se deberá chequear:

- Interfaces.
- Inputs.
- Procesos.
- Outputs.
- Periféricos.
- Red de comunicación.
- Procedimientos de backup.
- Procedimientos de recuperación de datos.

El lector puede pensar que se están probando nuevamente cosas que ya se probaron en ambiente de prueba, pero que haya funcionado bien en el ambiente de prueba no significa que funcionará bien en el ambiente natural.

## **5-Procedimientos de emergencia**

En las funciones críticas, debe existir un procedimiento de emergencia preparado para ser utilizado cuando el sistema no responda según lo previsto. Por ejemplo: si se está ante funciones dónde la celeridad para atender a los clientes, es un factor crítico (como las cajas de los bancos) siempre hay que saber cómo actuar si el sistema tiene

fallas. Los procedimientos de emergencia deben estar perfectamente probados. El cliente no debe sufrir las implementaciones de los sistemas. Una de las fuertes ventajas de los Sistemas ERP es la experiencia que sobre ellos se tiene. Los consultores serán los encargados de transmitir esa experiencia a la organización. Ellos saben cuáles son las funciones sobre las que habrá que tener procedimientos de emergencia.

## **6-La capacitación**

La capacitación a la que aquí se hace referencia tiene como objetivo enseñar a los usuarios el Sistema ERP, ya adecuado a la solución de negocio definida (nuevo diseño).

Cuando se toca el tema de capacitación para la implantación de un sistema, en general se entiende que se está hablado de los cursos previos al start-up (día en que el sistema se libera para su uso). Pero se debe considerar que la capacitación consta de dos etapas: la primera es previa al start-up y la segunda se desarrolla a partir del start-up y ocupa las primeras semanas de operación del sistema.

### **6.1-La capacitación para la implantación previa al start-up. Aspectos a tener en cuenta:**

- No sobredimensionar.

Muchos autores consideran a la capacitación un factor crítico para el éxito de la implantación. Sin embargo, si bien es importante, tampoco hay que sobredimensionarla. Para justificar lo dicho, se debe efectuar un breve comentario. Durante la etapa de diseño operativo, se arma un piloto que se acepta como válido para ser instalado en la organización. Lamentablemente, los sistemas son significativamente corregidos durante la puesta en marcha. Los Sistemas ERP deben insertarse en ambientes muy complejos. Aspectos psicológicos, sociológicos, tecnológicos, culturales, legales, etcétera hacen un ambiente de muchos detalles. La mente del hombre no está preparada para manejar tantos detalles simultáneamente. Para esquivar estos montones de fragmentos que aturden y trastornan, se utilizan mecanismos de simplificación de la realidad; se huye de la selva de pormenores y se escapa hacia la generalización y la conceptualización. A este pasaje de lo particular y detallado a lo general y conceptual, se lo

llama «brinco de abstracción». La complejidad del contexto empresarial impide detenerse a observar detalles y obliga a resumir, pero la realidad es compleja y caótica. Cuando se reinterpreta la organización, se pasan por alto muchísimas cosas que deben solucionarse en la puesta en marcha. Es común que en la implantación se cambien diseños de interfaz, se modifiquen los reportes programados, se replanteen los procedimientos y las estructuras organizacionales, etcétera. Con esta explicación se termina de cerrar la idea acerca de por qué no es bueno poner tanto énfasis en la capacitación anterior al start-up. Insumir tiempo y recursos en enseñar algo de lo que no se sabe cómo será definitivamente puede ser contraproducente. La capacitación debe ser suficiente como para que los usuarios, acompañados por los implementadores, puedan ir resolviendo los problemas que se les planteen a partir del start-up. Por esto siempre se dice que los Sistemas ERP se aprenden con el uso.

➤ Capacitación a cargo de los diseñadores.

La capacitación debe ser realizada por las personas que intervinieron en el diseño, ya que esta tarea es parte del proceso de aprendizaje colectivo. En esta capacitación, los diseñadores se topan con nuevas visiones que les permitirán ir ajustando el diseño. Es importante que los capacitadores se muestren seguros y flexibles a la vez.

➤ Practicar sobre lo conocido.

Se debe practicar sobre datos y documentos reales. Enseñar con elementos conocidos mejora la relación entre novedad y confirmación (que es la parte conocida de un proceso de cambio). Con el mismo objetivo, es conveniente efectuar la capacitación dentro del ambiente de trabajo, desplazando a los capacitadores hacia los usuarios.

➤ Poco tiempo entre la capacitación y el start-up.

Para evitar que la gente se olvide de lo que aprendió, el período de tiempo entre la capacitación y el start-up debe ser lo más corto posible. Además, el diseño original va perdiendo vigencia ante la cambiante realidad, y la capacitación es la última oportunidad de hacer ajustes sobre el diseño, antes de su implementación.

## 6.2-La capacitación a partir del start-up

En esta etapa, los diseñadores deben trabajar codo a codo con los usuarios. El objetivo de esta capacitación es que los usuarios obtengan el hábito del sistema y que el gobierno de las acciones de los operadores del software pase del consciente al inconsciente. Un ejemplo sencillo permitirá entender esta idea. Al conducir un auto, muchas acciones que se llevan a cabo son ejercidas en forma inconsciente; muchas veces son tan inconscientes que hasta el conductor, distraído en una charla o escuchando la radio, desconoce los lugares por dónde transitó. Cuando se aprende a manejar un auto, todos los movimientos son realizados por el consciente. Poner el motor en marcha, efectuar el cambio, acelerar, frenar, tener en cuenta el tránsito, los semáforos y todos los elementos a considerar sobrepasan la capacidad del consciente. Esta sobrecarga del consciente impide manejar adecuadamente. El pensamiento consciente tiene muy poca capacidad para atender simultáneamente varias actividades. Luego, con la práctica, el inconsciente pasa a tomar el control de muchas actividades que, en un principio, debía atender el consciente. El inconsciente tiene un gran poder de acción; logra atender muchas actividades simultáneamente y a la perfección, siempre y cuando las tareas bajo su control hayan sido practicadas previamente bajo el dominio del consciente. Esto significa que el inconsciente no tiene capacidad para resolver situaciones nuevas. La capacitación tiene como principal objetivo acompañar al usuario del sistema en la transición del dominio de las actividades desde el consciente al inconsciente. La destreza que adquieren los usuarios es tal que, al poco tiempo, operan el sistema con más eficiencia que sus instructores.

## 7-La percepción de los cambios

Gestionar los Sistemas ERP encierra en sí un proceso de gestión de cambio. Para que el proceso de cambio sea exitoso, es imprescindible que los cambios sean percibidos por la gente como positivos. Dice Burcet<sup>48</sup>: «Si la realización del cambio evoluciona bien, la gente empieza a verlo más factible y eso robustece la confianza sobre la capacidad para llevarlo a cabo». Cuando el cambio de sistema, que siempre genera

---

<sup>48</sup> J. Burcet Llampayas, [www.burcet.net](http://www.burcet.net).

dudas, incertidumbre y múltiples dificultades, empieza a mostrar visos de que va a funcionar, el proceso sistémico comienza una retroalimentación positiva. El usuario comienza a sentirse seguro, la seguridad lo hace sentirse mejor anímicamente, el buen estado anímico le permite sortear con mayor holgura las dificultades que se le presentan y así se produce un círculo virtuoso. Pero si el usuario empieza a percibir el cambio negativamente, se genera el proceso inverso. En este proceso inverso, Burcet señala distintos estadios por los que atraviesan los usuarios. Ellos son:

➤ La inmovilidad.

Frente a los cambios, los usuarios se sienten perdidos, confundidos y desorientados. La consecuencia es la inmovilidad. Esta inmovilidad se produce porque la mente busca en los modelos mentales la forma de resolver los acontecimientos futuros y, como la situación tiene un exceso de novedad, ninguno de los modelos se adapta a la circunstancias.

➤ Negación.

Es común que a la inmovilidad le siga un estadio de negación. La negación es el modelo mental comodín. El lector seguramente conoce que «comodín» es el nombre que se da en determinados juegos de naipes a una carta que puede comportarse variablemente, en función de la circunstancias del juego. La negación se utiliza como comodín cuando no se encuentra una forma de actuar ante un hecho dado. Es decir, cuando no se ubica un modelo mental adecuado, la negación aparece como la respuesta apropiada. La idea de que «esto no me puede estar pasando a mí» subyace en el inconsciente como mecanismo automático ante situaciones imprevistas e inmanejables.

➤ La cólera.

Después de la etapa de estupor, puede sobrevenir la cólera que, en general, suele dirigirse hacia quienes se identifican como causantes del cambio. Este tipo de actitudes son absolutamente lógicas. Para evitar que el proceso de percepción negativa se retroalimente y se amplifique, los implementadores no deben responder inadecuadamente ante este tipo de reacciones.



➤ La negociación.

Como no percibe positivamente el cambio, el usuario intenta regresar a la situación preexistente proponiendo soluciones que no cambian nada o que persiguen el objetivo de dilatar los cambios para lograr anularlos.

➤ La angustia.

Este estadio se produce cuando el usuario sabe que el cambio ya se ha producido y se siente inseguro por cómo le afectará. Se debe prestar atención porque, en una situación de angustia, suelen magnificarse las cosas y pensarlas como algo peor de lo que realmente son.

➤ Tristeza.

Viene después de la angustia y es el sentimiento natural por la pérdida de algo que, en el nuevo contexto, se vivencia como invaluable. También, es producto de la sensación de irrecuperabilidad.

➤ Depresión.

Es una sensación de profundo fracaso, sin posibilidad de resolución. Se crea la impresión de que el mundo está «en contra», de que nada tiene sentido. Es un estado de inmovilidad, una carga de negatividad frustrante y de fatiga crónica. Esta etapa puede ser larguísima y hasta interminable para algunas personas de carácter depresivo.

➤ La asimilación.

Esta etapa es la de la recuperación. La persona comienza a sentirse nuevamente con ganas. Percibe que lo que antes estaba en contra ya no lo está. Se recupera la capacidad de trabajo y el estado de ánimo mejora notablemente, hasta que parece que lo ocurrido no ocurrió. Esta es la asimilación de la realidad, la señal de que el cambio ha tenido lugar.

## **8-El seguimiento**

El seguimiento es una etapa que abarca desde la finalización de la puesta en marcha del sistema hasta que un nuevo ciclo de gestión de los Sistemas ERP da comienzo. La finalización de la etapa de puesta en marcha es un tanto difusa, ya que implica un juicio valorativo. Cuando el usuario ha adquirido el hábito del manejo del sistema y se encuentra en un estadio de aceptación del cambio, puede decirse que la puesta en marcha ha concluido. La finalización de esta etapa significa que el cambio está instalado y no tiene posibilidad de regreso. La etapa de seguimiento finaliza cuando las necesidades de cambio son tan importantes que se requiere el inicio de un nuevo proceso de diseño. Los disparadores de un nuevo proceso de diseño pueden ser: la aparición de una nueva versión del sistema, cambios en el contexto que implican grandes movimientos internos, cambios organizativos, una nueva ubicación geográfica, la adquisición de otra compañía, la implementación de otros procesos o módulos, etcétera.

Las actividades de esta etapa son:

- Verificar el grado de cumplimiento de los objetivos definidos en el diseño y analizar el resultado de los indicadores.
- Controlar que los elementos tecnológicos funcionen adecuadamente.
- Comprobar que las interfaces funcionen adecuadamente.
- Ejercer un buen control sobre los datos.
- Efectuar ajustes al sistema para su adaptación a los cambios.
- Recopilar información sobre problemas no resueltos o nuevos.
- Benchmarking.
- Contacto permanente con los proveedores del software.

## **9-Responsabilidad por el cumplimiento de esta etapa**

En esta etapa de la gestión del Sistema ERP, tanto el comité de dirección como el equipo de diseño estarán prácticamente disueltos. Por lo tanto, la responsabilidad del cumplimiento de las tareas de seguimiento caerá sobre el gerente de procesos, de quien ya se ha hablado extensamente.

## **10-Verificar el cumplimiento de los objetivos trazados en el diseño y analizar el resultado de los indicadores**

En la etapa de diseño, se crean indicadores para medir el grado de mejora de los procesos. En los planteos con un ciclo de vida lineal, esta tarea suele dejarse de lado, ya que no tiene sentido medir lo irremediable. En un ciclo de vida recurrente, la medición es un dato fundamental para un proceso de mejora continua. Cada indicador debe ser analizado cuidadosamente, auditados sus valores y ponderados en el contexto.

Para cada indicador se debe saber:

- Las causas por las cuáles dio ese número y no otro.
- El por qué de los errores en los pronósticos.
- Las consecuencias de los desvíos en los pronósticos.
- Establecer las acciones para mejorar el proceso en la próxima oportunidad.

## **11-Controlar que los elementos tecnológicos funcionen adecuadamente**

Se debe tener especial cuidado con la performance de la instalación sobre la que está montado el sistema. Con el incremento de las operaciones y el uso intensivo del sistema, pueden aparecer complicaciones no previstas. Estas tareas son inherentes al sector de IT, que debe interactuar con el gerente de procesos y los usuarios a fin de detectar cualquier inconveniente que se presente. Los cálculos de dimensionamiento del equipamiento constituyen una tarea muy compleja, ya que se trabaja con datos de muy difícil elaboración y, en muchos casos, estimados sin demasiados elementos de juicio. Como esto se sabe, también es normal que el equipamiento se sobrestime. Pero cuando los proyectos empiezan a quedar cortos de presupuesto, puede ocurrir que se ajusten mucho los gastos y que se juegue al límite con los requerimientos técnicos. Es común que se sobrecargan las redes de datos, los procesadores queden sobrepasados, las capacidades de almacenamiento superadas, etcétera. Hay que responder rápidamente a estas dificultades que, en la mayoría de los casos, no son de difícil solución. Complicar las implementaciones con restricciones de esta naturaleza no tiene justificación alguna. No es sencillo que los usuarios entiendan las dificultades para dimensionar bien la tecnología y su mal funcionamiento trae aparejado un estado de inseguridad muy perjudicial para que el cambio sea percibido positivamente.

## **12-Verificar las interfaces**

Las interfaces suelen ser el gran problema de los sistemas de información. Es posible que las interfaces hayan salido airosas de las pruebas y del período de funcionamiento inicial. Pero, por los múltiples motivos ya mencionados, en el largo plazo las interfaces tienden a fallar. Por tal motivo, es necesario mantener permanente atención sobre su funcionamiento. Es posible que, con el tiempo, los usuarios desvirtúen las funcionalidades de las interfaces, fundamentalmente porque nunca las comprenden, ya que suelen estar acompañadas de problemáticas tan técnicas que las hacen poco menos que inexplicables. El gerente de procesos debe acordar con los usuarios la ejecución de procedimientos especialmente diseñados, con la finalidad de controlar su correcto funcionamiento.

## **13-Racionalizar los datos**

Esta es otra de las tareas que le corresponde efectuar al gerente de procesos en colaboración con el administrador de la base de datos, quienes deben tener especial cuidado con el crecimiento de los datos. Errores de cálculos pueden dejar al sistema absolutamente inoperable rápidamente. Poco después de la puesta en marcha del sistema, es conveniente realizar estimaciones respecto a la ocupación del espacio de almacenamiento y proyectar cuánto tiempo alcanzará el equipamiento existente.

La racionalización implica:

- Eliminar datos que ya no se utilizan.
- Ver si se puede manejar la información de otra manera con el fin de optimizar el aprovechamiento de almacenamientos secundarios.
- Estudiar cuáles son los datos que pueden ubicarse en soportes de información off line y establecer los medios de consulta para estos soportes.

## **14-Efectuar ajustes al sistema para su adaptación a los cambios**

Cuando el contexto se modifica, la organización se adapta a los cambios externos y produce cambios internos. Todo esto obliga a que los sistemas también se adapten a las necesidades de la organización. Mientras estos cambios estén dentro de un marco de ajuste menor (por ejemplo: mover una variable, modificar un reporte, cambiar el formato de un documento legal, etcétera), deben manejarse como tareas

inherentes al seguimiento. Cuando se necesiten modificaciones importantes, habrá que iniciar un nuevo ciclo de gestión.

## **15-Recopilar información sobre los problemas no resueltos**

El gerente de procesos debe tener una base de datos documental con información amplísima sobre todo lo acontecido dentro de la gestión de los Sistemas ERP. Es importante guardar los documentos de trabajo de todas las etapas, la documentación de todas las reuniones junto con sus anécdotas. Los sistémicos del proyecto Dia-Logos, de Cambridge, opinan que si uno guarda en la memoria las anécdotas de las reuniones puede recordar más fácilmente el espíritu de las mismas. La dinámica de las soluciones se gesta casi siempre en el espíritu de las reuniones (en lo que sucede en el lado invisible de la realidad) y no en lo que se dice en la mesa (los razonamientos y los pensamientos explícitos, lo que ocurre en el lado visible de las palabras).

## **16-Benchmarking**

Ya se ha hablado del tema en esta obra y creo que no vale la pena extenderse. Solo se agregará que el benchmarking es una actividad que debe ser permanente y paralela a la gestión de los Sistemas ERP.

## **17-Contacto permanente con los proveedores del software**

Ellos se encargarán de informar sobre las novedades que se produzcan con respecto al software: nuevas versiones, *bugs*, nuevas prácticas, productos de software complementarios, asociación con otras compañías para cubrir servicios allí donde aún no llegan los Sistemas ERP, etcétera.

## Bibliografía

- Alloway, R. y Quillard, J.:** *User Manager's Systems Needs*, CISR Working Paper 86. Cambridge Mass.: MIT Sloan School for Information Systems Research, 1982.
- Argyris, C. y Schon, D.:** *Theory in Practice*, San Francisco, Jossey-Bass, 1974.
- Bhushan, N.:** *Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process*, Springer, 2004.
- Bohm, D.:** *The Special Theory of Relativity*, 1965.
- Burcet Llampayas, J.:** [www.burcet.net](http://www.burcet.net).
- Bradford, M.:** *Modern ERP, Select, Implement & Use Today's Advanced Business Systems*, H&M Books, 2008.
- Capers Jones, T.:** *Programming Productivity*, McGraw-Hill, 1986.
- Davenport, T.:** *Misión crítica*, Oxford University Press, 2000.
- De Bono, E.:** *El pensamiento lateral*, Paidós, 1970.
- Deming, E.:** *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*, Díaz de Santos, 1989.
- Drucker, P.:** *La Gerencia. Tareas, responsabilidades y prácticas*, El Ateneo, 1973.
- Drucker, P.:** *Escritos fundamentales Tomo 2*, Editorial Sudamericana, 2002.
- Emery, J.:** *Sistemas de planeamiento y control en la empresa*, El Ateneo, 1983
- Esteves, J. y Pastor, J.:** *Towards the Unification of Critical Success Factors for ERP Implementations*, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Glasser, W.:** *The Control Theory Manager*, Harper Business, 1994.
- Goldratt, E.:** *La Meta - Un proceso de mejora continua*, Díaz de Santos, 1993.
- Grabot, B.; Mayère, A. y Bazet, I.:** *ERP Systems and Organisational Change: A Socio-technical Insight*, Springer, 2008.
- Hammer, M. y Champy, J.:** *Reingeniería*, Grupo Editorial Norma, 1993. Harwood, S.: *ERP the implementation cycle*, Computer Weekly, 2003.
- Harwood, S.:** *ERP the implementation cycle*, Computer Weekly, 2003.

- Johnson, R.; Kast, F. y Rosenzweig, J.:** *The Theory and Management of Systems*, McGraw-Hill, 1967.
- Kofman, F.:** *Metamanagement*, Gránica, 2001.
- Kaplan, R. y Norton, D.:** *Cuadro de mando integral (The Balanced Scorecard)*, Gestión, 2000.
- Lardent, A.:** *Sistemas de información para la gestión empresaria: planeamiento, tecnología y calidad*, Pearson Education S.A., 2001.
- Liang, S. y Lien, C.:** *Selecting the Optimal ERP Software by Combining the ISO 9126 Standard and Fuzzy AHP Approach*, Contemporary Management Research, Vol. 3, N.º 1, 2007.
- Mabert, V.:** *Enterprise Resource Planning Survey of US Manufacturing Firms*, Ashok Soni, 2000.
- Markus, M. y Tanis, C.:** *The Enterprise System Experience From Adoption to Success*, 2000.
- Mintzberg, H.:** *Diseño de organizaciones eficientes*, El Ateneo, 1989.
- Murdick, R. y Ross, J.:** *Sistemas de información basados en computadoras para la administración moderna*, Ed. Diana, 1977.
- O'Brien, J. y Marakas, G.:** *Sistemas de información gerencial séptima edición*, McGraw Hill, 2006.
- Saaty T.:** *Analytic Hierarchy Process*.
- Senge, P.:** *La quinta disciplina*, Granica, 1992.
- Shang, S. y Seddon, P.:** *Comprehensive Framework for Classifying the Benefits of ERP Systems*, Paper-The University of Melbourne, 2001.
- Shields, M.:** *E-Business and ERP: Rapid Implementation and Project*, el autor, 2000.
- Simon, H.:** *El comportamiento administrativo*, Aguilar, 1980.
- Software History Center,** [www.softwarehistory.org](http://www.softwarehistory.org), 2002.
- Yourdon, E.,** *Análisis estructurado moderno*, Prentice Hall, 1989.

## ANEXO A

### El modelo Analytic Hierarchy Process

El modelo denominado Proceso Analítico Jerárquico (en inglés, *Analytic Hierarchy Process* o AHP) fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty, destacadísimo profesor universitario que ha hecho enormes contribuciones en los campos de la investigación operativa, el control de armas, el control epidemiológico y la propagación de agentes biológicos. Ha escrito más de 30 libros y 300 artículos en matemática para la investigación de las operaciones y la toma de decisiones. Sus temas pertenecen a diversas áreas de investigación, como la teoría de grafos, la teoría de juegos y la resolución de conflictos. Saaty desarrolló el modelo AHP en el año 1980 trabajando para la Agencia de Control de Armas y Desarme del Departamento de Estado de EE. UU. con la intención de lograr acuerdos de desarme nuclear con la ex Unión Soviética.

El modelo AHP tiene como objetivo resolver un problema eligiendo la mejor alternativa de entre un conjunto finito, dado y fijo de alternativas factibles. Puede ser visto como un modelo de optimización, es decir, en el que se debe encontrar el óptimo entre un conjunto, en este caso finito, de alternativas posibles. Este modelo consiste, esencialmente, en definir el problema y descomponerlo en subproblemas más comprensibles y evaluables. Luego, establecer un valor a cada solución posible, en función de la respuesta que se espera que brinde al problema; para por último, hacer un ranking de las soluciones. Es un modelo que pertenece al conjunto de los denominados Toma de Decisión con Criterios Múltiples (en inglés, *Multi Criteria Decision Making* o MCDM).

A continuación se procederá a explicar, de forma simple y comprensible, los pasos que se deben seguir para construir un modelo AHP.

#### A- Primera etapa

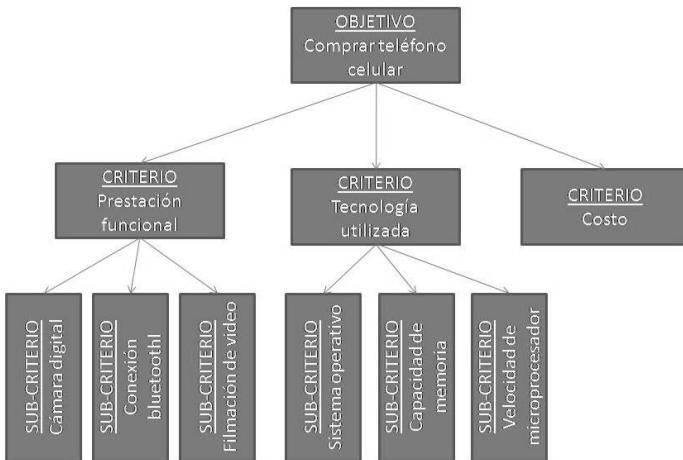
Se debe armar un modelo jerárquico en donde el problema a resolver se descompone en perspectivas observables y susceptibles de ser valoradas. Por ejemplo: si el problema consiste en adquirir un teléfono celular, este podría



observarse desde la perspectiva de las prestaciones funcionales, otra perspectiva podría ser la tecnología utilizada y otra podría ser el de su costo. En el modelo AHP, al problema por resolver se lo denomina objetivo y a las perspectivas criterios.

A su vez, los criterios pueden ser subdivididos en subcriterios. Por ejemplo: al analizar las prestaciones funcionales del teléfono celular, podría considerarse los subcriterios de: cámara digital, conexión bluetooth, filmación de video, etcétera. Al analizar la tecnología utilizada, podría considerarse el sistema operativo, la capacidad de memoria, la velocidad del microprocesador, etcétera. Y el costo podría considerarse aisladamente sin ningún subcriterio.

El armado de esta jerarquía quedaría de la siguiente forma (Ver Figura 46):



**Figura 46**

Como se puede visualizar, se forma un grafo unidireccional al que se denomina árbol. La idea al armar esta jerarquía es que se evalúe cada alternativa en función de la base del árbol, que serían las hojas del árbol. Más concretamente, el fundamento del modelo es asignarle a cada alternativa un valor, que surja del análisis de aspectos más concretos y comprensibles de la solución. La jerarquía ordena el pensamiento analítico (Ver Figuras 47 y 48).



Figura 47

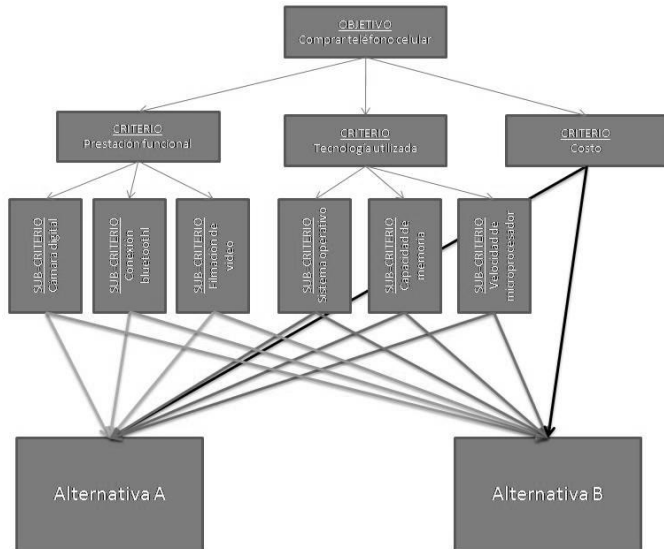


Figura 48

El valor que se asigne a cada hoja (subcriterio o criterio) para cada alternativa debe ser trasladado a cada nodo padre y luego continuar el ascenso en la jerarquía hasta

llegar al nodo objetivo, y así obtener un único valor para cada alternativa. Este último valor es el que debe utilizarse para establecer el ranking de alternativas.

Resumiendo esta etapa, se puede decir que se debe construir una jerarquía donde el nodo raíz es lo que se espera que resuelva el problema (el objetivo), los nodos de segundo nivel son los criterios que de alguna forma definen el objetivo principal, los nodos de tercer nivel son los subcriterios que, también, de alguna forma, definen a los criterios y así sucesivamente. Por último, establecer las alternativas que son los posibles cursos de acción para satisfacer el problema.

Lo siguiente a resolver será:

1. ¿Cuáles son los principios de construcción de la jerarquía?
2. ¿Cómo valorar cada alternativa en los extremos del árbol (las hojas)?
3. ¿Cómo lograr un único valor para cada alternativa en la raíz del árbol a partir de los valores establecidos en los extremos (las hojas)?

## **B. Segunda etapa (la valoración)**

Thomas Saaty propuso, para valorar las alternativas, un modelo que se denomina con el nombre de **Máximo Autovalor**. Este modelo se sustenta en teoremas matemáticos de difícil comprensión. Por este motivo, y para facilitar su entendimiento, se comenzará explicando una variante (desarrollada por el mercado) que se la denomina como El **Promedio de los Valores Normalizados**. Este modelo no tiene un sustento matemático sólido, por lo que no se aconseja su utilización. Pero por ser una buena aproximación al modelo AHP y ser más simple de entender, se utilizará a los efectos didácticos de la comprensión del modelo AHP.

La base del modelo AHP es la de realizar comparaciones de a pares. Es decir que el evaluador de las alternativas debe brindar su juicio respecto de la preferencia de una alternativa sobre otra, considerándola de a pares respecto de un criterio o subcriterio fijo.

Se desarrollará a continuación un ejemplo simple, con una medición cuantitativa cuando, como se verá, el fuerte del modelo AHP está dado por la capacidad de combinar aspectos cualitativos y cuantitativos.

Suponiendo que se desea elegir entre tres alternativas (**a**, **b** y **c**) en función de un

atributo muy claro y objetivo como ser la altura (la más alta) de cada una de ellas (Ver Figura 49).

Ejemplo:

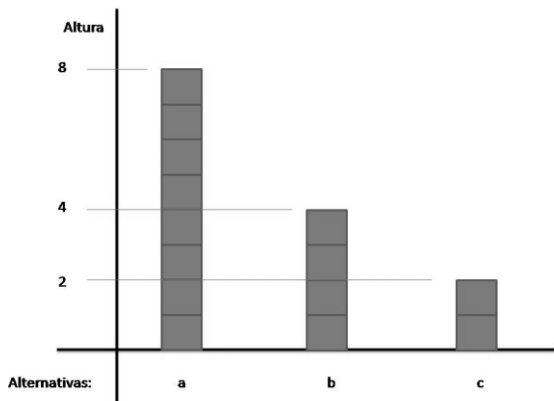


Figura 49

En este ejemplo, es inmediato observar que la elección en cuanto a la altura de las alternativas en orden decreciente sería primero la **a** luego la **b** y por último la **c**.

La decisión final, en escala, analizada porcentualmente, es la siguiente (Ver Figura50): **a** = 0,57; **b** = 0,29 y **c** = 0,14 que surgen de los cocientes entre 8/14, 4/14 y 2/14.

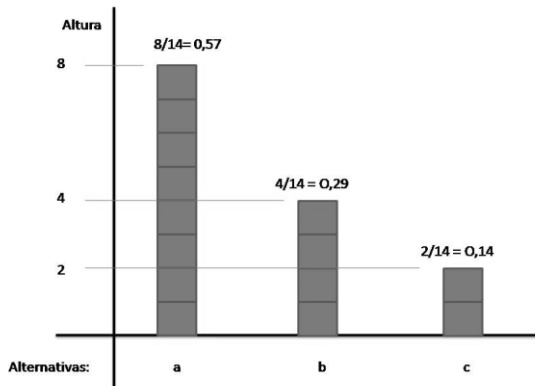


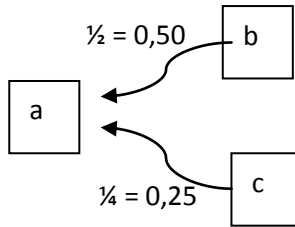
Figura 50

Para desarrollar el modelo AHP, en nuestro ejemplo, deben efectuarse las siguientes tres comparaciones: 1) **a** con **b** y **c**; 2) **b** con **a** y **c**; y 3) **c** con **a** y **b**. Esto es evaluar las alternativas de a pares.

**Con el objetivo de hacer comparables las tres opciones, se utilizará la unidad como base de comparación.** Es decir que primero se comparará la alternativa **a=1** con las demás, luego la alternativa **b=1** con las demás y por último la alternativa **c=1** con las demás. A continuación se desarrollan las tres comparaciones.

- 1) Comparar todas las alternativas con **a**, es decir: ¿cómo es **b** con respecto a **a**? y ¿cómo es **c** con respecto a **a**?

Considerando **a** = 1 entonces **b** es  $\frac{1}{2} = 0,5$  (la mitad) respecto de **a**; y **c** es  $\frac{1}{4} = 0.25$  respecto de **a**. Esto es como decir, por ejemplo, que **b** es la mitad de mejor que **a** (o que **a** es el doble de mejor que **b**) y que **c** es un cuarto de mejor que **a** (o que **a** es cuatro veces mejor que **c**).



Proporcionalmente la comparación queda exactamente igual a la comparativa de la figura 50 (Ver Figura 51).

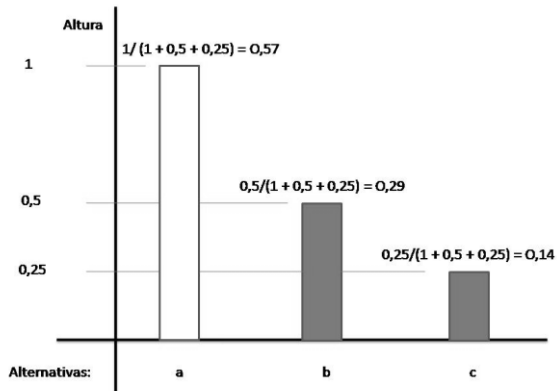
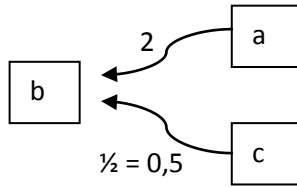


Figura 51

- 2) Comparar todas las alternativas con **b**, es decir: ¿cómo es **a** con respecto a **b**? y ¿cómo es **c** con respecto a **b**?

Considerando **b** = 1, entonces **a** es = 2 (el doble) respecto de **b** y **c** es  $1/2 = 0.5$  respecto de **b**.



Proporcionalmente, la comparación queda exactamente igual a la comparativa de la figura 50 (Ver Figura 52).

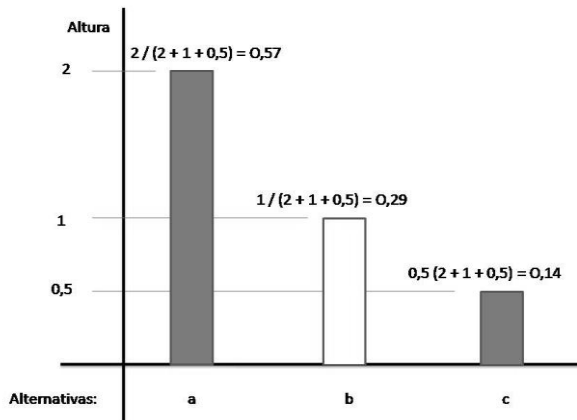
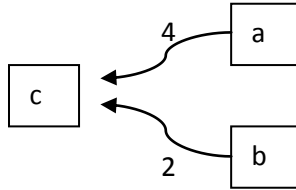


Figura 52

- 3) Comparar todas las alternativas con **c**, es decir: ¿cómo es **c** con respecto a **b**? y ¿cómo es **c** con respecto a **a**? Comparaciones que ya fueron realizadas anteriormente en los casos de **a** y **b**.

Considerando **c** = 1, entonces **a** es  $8/2 = 4$  veces más que **c**, y **b** es 2 veces más que **c**.



Proporcionalmente la comparación queda exactamente igual a la comparativa de la figura 50 (Ver Figura 53).

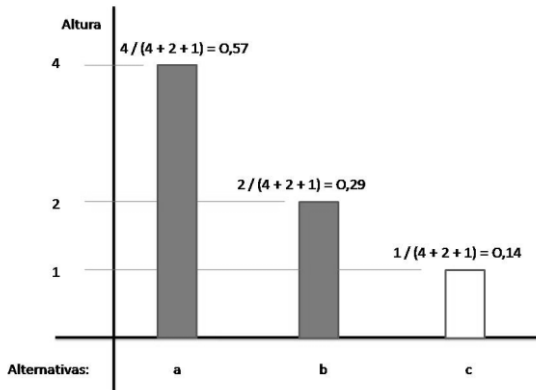


Figura 53

El modelo del Promedio de los Valores Normalizados propone tomar como referencia para la clasificación de las alternativas el promedio de las proporcionalidades de las tres alternativas que, como se puede ver, en este caso, son iguales. La clasificación final de las alternativas quedaría de la siguiente forma:



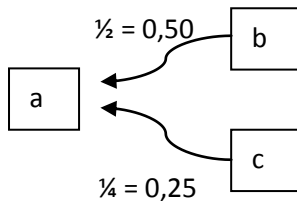
	1. <sup>er</sup> juego	2. <sup>do</sup> juego	3. <sup>er</sup> juego	Promedio
<b>alternativa a</b>	= (0,57	+ 0,57	+ 0,57)	/ 3 = 0,57
<b>alternativa b</b>	= (0,29	+ 0,29	+ 0,29)	/ 3 = 0,29
<b>alternativa c</b>	= (0,14	+ 0,14	+ 0,14)	/ 3 = 0,14

A los promedios finales (0,57; 0,29 y 0,14), se los denomina Vector de Prioridades.

El modelo AHP pretende contener la ambigüedad de la apreciación de un evaluador al momento de considerar las alternativas de a pares y en forma independiente. Para que se comprenda la idea, se introducirá una perturbación al ejemplo anterior (si bien en un concepto tan absoluto como la altura es un poco grotesca, no lo es para la utilización de criterios más abstractos, como la tecnología involucrada o la capacidad de proveedor para realizar el mantenimiento de un equipo, etcétera).

- 1) El evaluador realiza la comparación de igual forma que la presentada en el ejemplo anterior. Comparar todas las alternativas con **a**, es decir: ¿cómo es **b** con respecto a **a**? y ¿cómo es **c** con respecto a **a**?

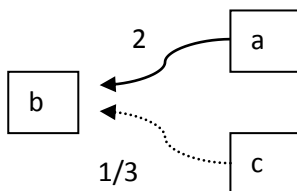
Considerando **a** = 1, entonces **b** es  $\frac{1}{2} = 0,5$  respecto de **a**; y **c** es  $= \frac{1}{4} = 0.25$  respecto de **a**.



Proporcionalmente, la comparación queda exactamente igual a la comparativa anterior.

- 2) Aquí se introduce la variación. El evaluador, al considerar la comparación de **b** con **c**, cree que **b** es un poco más alta que lo que objetivamente se puede corroborar (esta *inconsistencia* puede suceder al analizar las alternativas de a pares).

Ahora la comparativa es distinta. En este caso considerando que **b** = 1, entonces **a** es 2 respecto de **b** y **c** (ahora es distinto) es 1/3 respecto de **b**.



Proporcionalmente, la comparación queda de la siguiente forma (Ver Figura 54).

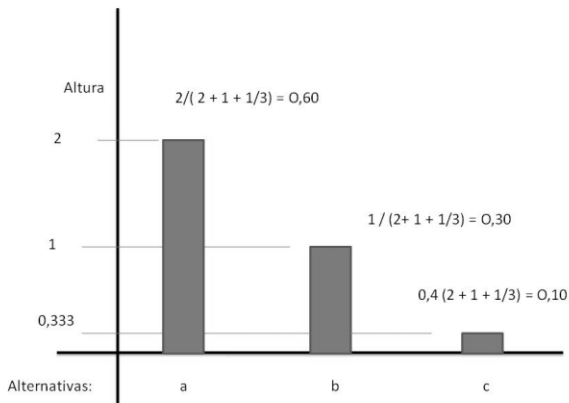
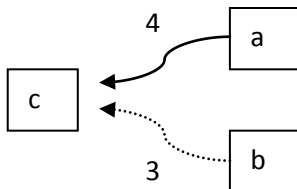


Figura 54

- 3) Comparar todas las alternativas con **c**, es decir: ¿cómo es **c** con respecto a **b**? y ¿cómo es **c** con respecto a **a**? Comparaciones que ya fueron realizadas anteriormente en los casos de **a** y **b**, por lo que sus resultados son inversos. Las comparaciones son simétricas, es lo mismo comparar **c** con **a** que **a** con **c**.

Considerando **c** = 1, entonces **a** = 4 respecto de **c** y **b** es 3 respecto de **c**.



Las comparaciones quedan de la siguiente forma (Ver Figura 55).

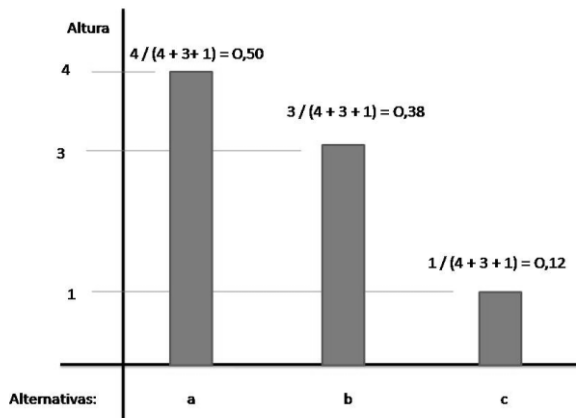


Figura 55

El modelo del Promedio de los Valores Normalizados propone tomar como referencia para la clasificación de las alternativas al promedio de las proporcionalidades obtenidas en cada uno de los tres pasos anteriores. Es decir que la clasificación final de las alternativas quedaría de la siguiente forma:

$$\text{alternativa a} = (0,57 + 0,60 + 0,50) / 3 = 0,56$$

$$\text{alternativa b} = (0,29 + 0,30 + 0,38) / 3 = 0,32$$

$$\text{alternativa c} = (0,14 + 0,10 + 0,12) / 3 = 0,12$$

El Vector de Prioridades en este caso es 0,56; 0,32 y 0,12.

Como se puede observar, el primer juego de comparaciones (0,57, 0,29 y 0,14) no ha sufrido alteración con respecto al primer ejemplo. En los casos del segundo y el tercer juego (0,60; 0,30; 0,10 y 0,50; 0,38, 0,12), sí hay diferencias, porque la perturbación introducida afecta la proporcionalidad. En ambos juegos, la alternativa **b** mejoró su participación (0,30 y 0,38), en el segundo con un fuerte detrimento de la alternativa **c** (0,10) y en el tercer juego con fuerte detrimento de participación de la alternativa **a** (0,50). En el resultado final, la alternativa b mejora en relación al primer ejemplo (sin alteraciones) en detrimento de las otras alternativas. Si bien en este caso no llega a cambiar las prioridades (Vector de Prioridades: 0,56; 0,32; 0,12), en otros casos más perturbados sí lo podría hacer.

Ahora se continuará explicando el desarrollo completo del modelo.

Tomando el último ejemplo (el perturbado) y desplegando las comparaciones (**a** con respecto a **b** y **c**; **b** con respecto a **a** y **c**; y **c** con respecto a **a** y **b**) en una matriz, los resultados quedan de la siguiente forma:

	Alternativa <b>a</b>	Alternativa <b>b</b>	Alternativa <b>c</b>
Alternativa <b>a</b>	<b>1</b>	2	4
Alternativa <b>b</b>	1/2	<b>1</b>	3
Alternativa <b>c</b>	1/4	1/3	<b>1</b>

Como se puede ver, no casualmente, ha quedado lo que en matemática se denomina

una matriz recíproca y positiva, cuya diagonal principal está conformada por unos.

En términos matemáticos, una matriz  $A$  se dice recíproca si cumple que  $a_{ij} = a_{ji}^{-1} = 1/a_{ji}$ , como consecuencia de lo cual los elementos de la diagonal principal valen 1.

Demostración:  $a_{ii} = 1/a_{ii} \Rightarrow a_{ii}a_{ii} = 1 \Rightarrow a_{ii} = 1$

(El resultado también podría haber sido -1, pero como se trata de una matriz positiva, solo puede ser 1).

Observar que la alternativa **a** con **b** es 2 y de **b** con **a** es ½. Que la alternativa **a** con **c** es 4 y **c** con **a** es ¼. Y que **b** con **c** es 3 y **c** con **b** es 1/3.

Saaty elabora la base de todo el modelo sobre propiedades de las matrices recíprocas, positivas y consistentes (se tratará más adelante que es la consistencia de una matriz).

El modelo AHP propone una escala de medición para la comparación de alternativas. En el ejemplo visto, se tomó la altura métricamente, pero el modelo AHP está pensado tanto para elementos cuantitativos como cualitativos. Saaty propuso una escala que va del 1 al 9 estableciendo la siguiente valoración a cada número:

Valor	Definición	Explicación
1	Igual de importante	Las dos actividades contribuyen de igual forma a la concreción del objetivo
3	Moderadamente más importante	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente un factor
5	Mucho más importante	La experiencia y el juicio favorecen claramente un factor

7	Sumamente más importante	La experiencia y el juicio favorecen muy ampliamente un factor
9	Absolutamente más importante	Existe evidencia de validez comprobada favoreciendo a uno sobre otro
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios	

Ahora se comenzará a valorar, a modo de ejemplo, la jerarquía de la figura 48 agregándole dos alternativa más para que el ejercicio sea más demostrativo (Ver Figura 56)

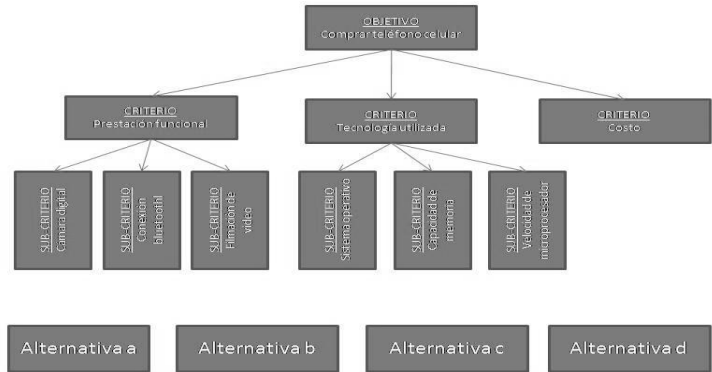


Figura 56

El primer nivel de comparaciones es a nivel de las hojas del árbol con los criterios o subcriterios superiores.

<b>Criterios</b>	<b>Subcriterios</b>
Prestación funcional	Cámara digital
	Conexión bluetooth
	Filmación de video
Tecnología utilizada	Sistema operativo
	Capacidad de memoria
	Velocidad del microprocesador
Costo	

En esta primera comparación, se tomará el ejemplo del subcriterio cámara digital. Y se debe efectuar la siguiente pregunta:

¿Cómo es, bajo el subcriterio cámara digital, la alternativa **a** con respecto a la alternativa **a**?

Obviamente, la respuesta es que las dos alternativas son igual de importantes (es como compararse sobre sí misma). Por escala de Saaty se debe ingresar un 1.

SUBCRITERIO Cámara digital	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1			
Alternativa b				
Alternativa c				
Alternativa d				

Luego, ¿cómo es la alternativa **b** respecto de la alternativa **a**?

La respuesta podría ser que **b** sobre **a** es 2. Esto quiere decir que **b** es un poco menos que moderadamente más importante que **a**.

SUBCRITERIO Cámara digital	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1			
Alternativa b	2			
Alternativa c				
Alternativa d				

Luego, se continúan las preguntas hasta llegar a la alternativa **d**. Como resultado podría quedar algo como lo siguiente:

SUBCRITERIO Cámara digital	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1			
Alternativa b	2			
Alternativa c	2			
Alternativa d	<b>1/2</b>			

En la última comparación, se puede observar un número menor que uno porque la alternativa **a** es menos que moderadamente menos importante que **d**.

Por final, el subcriterio cámara digital podría quedar de la siguiente forma:

SUBCRITERIO Cámara digital	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	1/2	1/2	2
Alternativa b	2	1	1	3
Alternativa c	2	1	1	3
Alternativa d	1/2	1/3	1/3	1

El siguiente paso es obtener un valor para cada alternativa (asociado a cada criterio o subcriterio) que será el que, en definitiva, se utilice para comenzar el ascenso en la jerarquía.

Se siguen los mismos pasos que en el ejemplo de las alturas. Para lo cual se obtiene



el valor porcentual de cada alternativa y el promedio final para cada una (ver a continuación).

Por pasos es (se aclara que los cálculos están truncados en el 6.º caracter a partir de la coma):

SUBCRITERIO Cámara digital	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	1/2	1/2	2
Alternativa b	2	1	1	3
Alternativa c	2	1	1	3
Alternativa d	1/2	1/3	1/3	1
<b>Totales:</b>	<b>5,5</b>	<b>2,833333</b>	<b>2,833333</b>	<b>9</b>

Totales de cada alternativa

Los porcentuales son:

SUBCRITERIO Cámara digital	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	0,181818	0,176471	0,176471	0,222222
Alternativa b	0,363636	0,352941	0,352941	0,333333
Alternativa c	0,363636	0,352941	0,352941	0,333333
Alternativa d	0,090909	0,117647	0,117647	0,111111

Porcentuales de cada juego de alternativas

Los promedios de los porcentuales son:

SUBCRITERIO Cámara digital	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios de cada fila
Alternativa a	0,181818	0,176471	0,176471	0,222222	<b>0,189245</b>
Alternativa b	0,363636	0,352941	0,352941	0,333333	<b>0,350713</b>
Alternativa c	0,363636	0,352941	0,352941	0,333333	<b>0,350713</b>
Alternativa d	0,090909	0,117647	0,117647	0,111111	<b>0,109329</b>

**M2**

Ahora se debe continuar con el resto de los subcriterios y criterios:

SUBCRITERIO	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Conexión bluetooth	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	6	1	7
Alternativa b	1/6	1	1/6	2
Alternativa c	1	6	1	7
Alternativa d	1/7	1/2	1/7	1

SUBCRITERIO	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Conexión bluetooth	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Alternativa a	0,432990	0,444444	0,432990	0,411765	<b>0,430547</b>
Alternativa b	0,072165	0,074074	0,072165	0,117647	<b>0,084013</b>
Alternativa c	0,432990	0,444444	0,432990	0,411765	<b>0,430547</b>
Alternativa d	0,061856	0,037037	0,061856	0,058824	<b>0,054893</b>

### M3

SUBCRITERIO	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Filmación de video	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	3	1	4
Alternativa b	1/3	1	1/4	2
Alternativa c	1	4	1	5
Alternativa d	1/4	1/2	1/5	1

SUBCRITERIO	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Filmación de video	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Alternativa a	0,387097	0,352941	0,408163	0,333333	<b>0,370384</b>
Alternativa b	0,129032	0,117647	0,102041	0,166667	<b>0,128847</b>
Alternativa c	0,387097	0,470588	0,408163	0,416667	<b>0,420629</b>
Alternativa d	0,096774	0,058824	0,081633	0,083333	<b>0,080141</b>

### M4

SUBCRITERIO Sistema operativo	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	1/6	1/6	1
Alternativa b	6	1	1	6
Alternativa c	6	1	1	6
Alternativa d	1	1/6	1/6	1

SUBCRITERIO Sistema operativo	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Alternativa a	0,071429	0,071429	0,071429	0,071429	<b>0,071429</b>
Alternativa b	0,428571	0,428571	0,428571	0,428571	<b>0,428571</b>
Alternativa c	0,428571	0,428571	0,428571	0,428571	<b>0,428571</b>
Alternativa d	0,071429	0,071429	0,071429	0,071429	<b>0,071429</b>

### M5

SUBCRITERIO Capacidad de memoria	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	1/5	1/5	2
Alternativa b	5	1	1	6
Alternativa c	5	1	1	6
Alternativa d	1/2	1/6	1/6	1

SUBCRITERIO Capacidad de memoria	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Alternativa a	0,086957	0,084507	0,084507	0,133333	<b>0,097326</b>
Alternativa b	0,434783	0,422535	0,422535	0,400000	<b>0,419963</b>
Alternativa c	0,434783	0,422535	0,422535	0,400000	<b>0,419963</b>

### M6

SUBCRITERIO Velocidad de microprocesador	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	2	1/4	3
Alternativa b	1/2	1	1/5	2
Alternativa c	4	5	1	6
Alternativa d	1/3	1/2	1/6	1

SUBCRITERIO Velocidad de microprocesador	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Alternativa a	0,171429	0,235294	0,154639	0,250000	<b>0,202840</b>
Alternativa b	0,085714	0,117647	0,123711	0,166667	<b>0,123435</b>
Alternativa c	0,685714	0,588235	0,618557	0,500000	<b>0,598127</b>
Alternativa d	0,057143	0,058824	0,103093	0,083333	<b>0,075598</b>

### M7

CRITERIO Costo	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d
Alternativa a	1	4	1	4
Alternativa b	1/4	1	1/4	1
Alternativa c	1	4	1	4
Alternativa d	1/4	1	1/4	1

CRITERIO Costo	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c	Alternativa d	Promedios
Alternativa a	0,400000	0,400000	0,400000	0,400000	<b>0,400000</b>
Alternativa b	0,100000	0,100000	0,100000	0,100000	<b>0,100000</b>
Alternativa c	0,400000	0,400000	0,400000	0,400000	<b>0,400000</b>
Alternativa d	0,100000	0,100000	0,100000	0,100000	<b>0,100000</b>

### M8

El siguiente paso es ascender los valores de los nodos inferiores en los nodos padres

y, a su vez, consolidarlos en un único valor. Cada alternativa tiene un total de promedios obtenidos en cada subcriterio y criterio. Por ejemplo: la alternativa a obtuvo 0,189245 en cámara digital (en M2); 0,430547 en bluetooth (en M3) y 0,370384 en filmación de video (en M4). La sumatoria de estas participaciones (puntaje) es la que será llevada hacia la punta de la jerarquía (raíz), pero ponderada por el peso que se le asigne a cada subcriterio y criterio.

El peso de los subcriterios y criterios se obtiene de la misma forma en que se compararon las alternativas, es decir, de a pares y con la misma escala de 1 a 9. En definitiva, el peso asignado a cada subcriterio y criterio es el promedio de los valores normalizados. Otra forma de decirlo es que el peso es la importancia que se le asigna a cada subcriterio y criterio en la decisión final.

CRITERIO Prestación funcional	Cámara digital	Conexión bluetooth	Filmación de video
Cámara digital	1	1/7	1/4
Conexión bluetooth	7	1	3
Filmación de video	4	1/3	1

CRITERIO Prestación funcional	Cámara digital	Conexión bluetooth	Filmación de video	Peso (promedios)
Cámara digital	0,083333	0,096774	0,058824	<b>0,079644</b>
Conexión bluetooth	0,583333	0,677419	0,705882	<b>0,655545</b>
Filmación de video	0,333333	0,225806	0,235294	<b>0,264811</b>

## M9

CRITERIO Tecnología utilizada	Sistema operativo	Capacidad de memoria	Velocidad del microprocesador
Sistema operativo	1	2	1/5
Capacidad de memoria	1/2	1	1/7
Velocidad del microprocesador	5	7	1

CRITERIO Tecnología utilizada	Sistema operativo	Capacidad de memoria	Velocidad del microprocesador	Peso (promedio)
Sistema operativo	0,153846	0,200000	0,148936	<b>0,167594</b>
Capacidad de memoria	0,076923	0,100000	0,106383	<b>0,094435</b>
Velocidad del microprocesador	0,769231	0,700000	0,744681	<b>0,737971</b>

### M10

OBJETIVO	CRITERIO Prestación funcional	CRITERIO Tecnología utilizada	CRITERIO Costo
CRITERIO Prestación funcional	1	3	3
CRITERIO Tecnología utilizada	1/3	1	2
CRITERIO Costo	1/3	1/2	1

OBJETIVO	CRITERIO Prestación funcional	CRITERIO Tecnología utilizada	CRITERIO Costo	Peso (promedio)
CRITERIO Prestación funcional	0,600000	0,666667	0,500000	<b>0,588889</b>
CRITERIO Tecnología utilizada	0,200000	0,222222	0,333333	<b>0,251852</b>
CRITERIO Costo	0,200000	0,111111	0,166667	<b>0,159259</b>

### M11

Ahora se debe aplicar el peso de cada subcriterio y criterio sobre los promedios obtenidos (puntaje) por cada alternativa en cada subcriterio y criterio.

<b>CRITERIO Prestación funcional</b>	<b>Cámara digital</b>	<b>Conexión bluetooth</b>	<b>Filmación de video</b>
<b>Peso de los subcriterios</b>	<b>De M9 0,079644</b>	<b>De M9 0,655545</b>	<b>De M9 0,264811</b>
<b>Alternativa a</b>	0,189245	0,430547	0,370384
<b>Alternativa b</b>	0,350713	0,084013	0,128847
<b>Alternativa c</b>	0,350713	0,430547	0,420629
<b>Alternativa d</b>	0,109329	0,054893	0,080141
	<b>De M2</b>	<b>De M3</b>	<b>De M4</b>

El resultado para esta etapa es la sumatoria de los promedios de cada alternativa ponderados por el peso de cada subcriterio.

<b>CRITERIO Prestación funcional</b>	<b>Cámara digital</b>	<b>Conexión bluetooth</b>	<b>Filmación de video</b>	<b>Sumatoria del subcriterio</b>
<b>Alternativa a</b>	0,015072	0,282243	0,098082	0,395397
<b>Alternativa b</b>	0,027932	0,055074	0,034120	0,117126
<b>Alternativa c</b>	0,027932	0,282243	0,111387	0,421562
<b>Alternativa d</b>	0,008707	0,035985	0,021222	0,065914

## **M12**

Como se puede ver, la fila de la **alternativa a** obtuvo un total de 0,395397 que surge de la siguiente operación:  $(0,079644 * 0,015072) + (0,079644 * 0,282243) + (0,079644 * 0,098082)$ .

Ahora se debe continuar con el resto de los subcriterios de forma análoga.

<b>CRITERIO Tecnología utilizada</b>	<b>Sistema operativo</b>	<b>Capacidad de memoria</b>	<b>Velocidad del microprocesador</b>
<b>Peso de los subcriterios</b>	<b>De M10 0,167594</b>	<b>De M10 0,094435</b>	<b>De M10 0,737971</b>
<b>Alternativa a</b>	0,071429	0,097326	0,202840
<b>Alternativa b</b>	0,428571	0,419963	0,123435
<b>Alternativa c</b>	0,428571	0,419963	0,598127
<b>Alternativa d</b>	0,071429	0,062747	0,075598
	<b>De M5</b>	<b>De M6</b>	<b>De M7</b>

<b>CRITERIO Tecnología utilizada</b>	<b>Sistema operativo</b>	<b>Capacidad de memoria</b>	<b>Velocidad del microprocesador</b>	<b>Sumatoria del subcriterio</b>
<b>Alternativa a</b>	0,011971	0,009191	0,149690	<b>0,170852</b>
<b>Alternativa b</b>	0,071826	0,039659	0,091091	<b>0,202577</b>
<b>Alternativa c</b>	0,071826	0,039659	0,441400	<b>0,552885</b>
<b>Alternativa d</b>	0,011971	0,005926	0,055789	<b>0,073686</b>

### **M13**

Y por fin se elabora el resultado final en el objetivo.

<b>Objetivo</b>	<b>Criterio - Prestación funcional</b>	<b>Criterio - Tecnología utilizada</b>	<b>Criterio - costo</b>
<b>Peso de los subcriterios</b>	<b>De M11 0,588889</b>	<b>De M11 0,251852</b>	<b>De M11 0,159259</b>
<b>Alternativa a</b>	0,395397	0,170852	0,400000
<b>Alternativa b</b>	0,117126	0,202577	0,100000
<b>Alternativa c</b>	0,421562	0,552885	0,400000
<b>Alternativa d</b>	0,065914	0,073686	0,100000
	<b>De M12</b>	<b>De M13</b>	<b>De M8</b>



Objetivo	Criterio - Prestación funcional	Criterio - Tecnología utilizada	Criterio - costo	Resultado final
Alternativa a	0,232845	0,043029	0,063704	<b>0,339578</b>
Alternativa b	0,068974	0,051019	0,015926	<b>0,135920</b>
Alternativa c	0,248253	0,139245	0,063704	<b>0,451202</b>
Alternativa d	0,038816	0,018558	0,015926	<b>0,073300</b>

Según el modelo AHP, por la variante del Promedio de los Valores Normalizados, la primera alternativa para ser seleccionada es la **c**, luego la **a**, luego la **b** y, por último, la **d**.

### El modelo AHP utiliza el criterio del Máximo Autovalor

La única y fundamental diferencia radica en cómo se obtiene el Vector de Prioridades de cada matriz. Ya no se utiliza el criterio del Promedio de los Valores Normalizados, sino que se utiliza el criterio del Máximo Autovalor.

Para explicar el criterio del Máximo Autovalor, es necesario esclarecer primero qué es la consistencia de una matriz recíproca y positiva.

Cuando se elaboran juicios de a pares, por ejemplo: entre tres elementos (**a**, **b**, **c**), la inconsistencia de las aseveraciones es posible. Retomando el ejemplo de la figura 4, en el que **a** = 8; **b** = 4 y **c** = 2; comparando las alternativas de a pares, lo razonable es que si **a** es la mitad de **b** y **b** es la mitad de **c**, entonces (por carácter transitivo), **a** es 1/4 de **c**. Desplegando estos juicios de valor en una matriz consistente, daría como resultado lo siguiente:

	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c
Alternativa a	1	2	4
Alternativa b	1/2	1	2
Alternativa c	1/4	1/2	1

Por definición, una matriz es consistente si  $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$  para toda elección de  $i, j, k$ .

Por ejemplo, para  $i=2, k=3$  y  $j=1$  se cumple que  $a_{23} \cdot a_{31} = a_{21}$  esto implica que  $2 \cdot 0,25 = 0,5$ .

El modelo del Máximo Autovalor se fundamenta en algunas propiedades de las matrices recíprocas, positivas y consistentes. Fundamentalmente, en la siguiente propiedad:

Para toda matriz recíproca, positiva y consistente, se verifica que su máximo autovalor ( $\lambda_{\max}$ ) es igual al número de orden (elementos) de la matriz. Entonces,  $\lambda_{\max} = n$ .

$\lambda$  es un valor que surge de un complejo cálculo donde se verifica que una matriz (M) multiplicada por un vector (V) sea igual a  $\lambda$  por ese mismo vector (V). En fórmula se expresa como:  $M \cdot V = \lambda \cdot V$

$\lambda_{\max}$  es el mayor valor que puede adquirir  $\lambda$  tal que  $M \cdot V = \lambda_{\max} \cdot V$  En este caso, al vector V se lo denomina Vector Principal de la matriz M, y a  $\lambda_{\max}$  se lo denomina máximo autovalor de la matriz M.

En una matriz recíproca positiva y consistente, se verifica que el Vector Principal es igual al Vector de Prioridades que surge de calcular a este como el Promedio de los Valores Normalizados.

A continuación, se muestra en el ejemplo que el Promedio de los Valores Normalizados en una matriz recíproca positiva y consistente es igual al Vector Principal de la matriz.

## MATRIZ M

	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c
Alternativa a	1,00000000	2,00000000	4,00000000
Alternativa b	0,50000000	1,00000000	2,00000000
Alternativa c	0,25000000	0,50000000	1,00000000
	<b>1,75000000</b>	<b>3,50000000</b>	<b>7,00000000</b>

## VECTOR DE PRIORIDADES

0,57142857	0,57142857	0,57142857	0,57142857
0,28571429	0,28571429	0,28571429	0,28571429
0,14285714	0,14285714	0,14285714	0,14285714
<b>1,00000000</b>	<b>1,00000000</b>	<b>1,00000000</b>	<b>1,00000000</b>

Según la fórmula  $M \cdot V = \lambda_{\max} \cdot V$  esto implica que:

	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c
Alternativa a	1,00000000	2,00000000	4,00000000
Alternativa b	0,50000000	1,00000000	2,00000000
Alternativa c	0,25000000	0,50000000	1,00000000

 $\cdot$ 

0,57142857
0,28571429
0,14285714

 $=$ 
 $3$ 
 $\cdot$ 

0,57142857
0,28571429
0,14285714

Se debe recordar que para toda matriz recíproca, positiva y consistente, se verifica que su máximo autovalor ( $\lambda_{\max}$ ) es igual al número de orden (columnas) de la matriz:  $\lambda_{\max} = n$ .

La matriz M por el vector V da como resultado el siguiente vector:

1,71428571
0,85714286
0,42857143

Ahora se debe recordar que el Promedio de los Valores Normalizados de una matriz recíproca, positiva y consistente da como resultado un Vector de Prioridad que es igual que las prioridades analizadas de a pares por el decisor, cuando este decisor es absolutamente racional, es decir que sus apreciaciones no son inconsistentes.

Esto significa que el Autovector Principal de una matriz recíproca, positiva y consistente es exactamente igual que las prioridades analizadas de a pares por el decisor, cuando este decisor es absolutamente racional, es decir que sus apreciaciones no son inconsistentes.

Pero el modelo AHP admite la inconsistencia, asumiendo que un grado pequeño de ella está presente en todo juicio humano. Esta pequeña inconsistencia es la que enriquece el modelo permitiendo el juicio de a pares. Apenas se ingresa una pequeña inconsistencia, se verá que la exigencia de que  $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$  no se cumple.

Tomando la perturbación del ejemplo brindado anteriormente:

	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c
Alternativa a	1	2	4
Alternativa b	1/2	1	3
Alternativa c	1/4	1/3	1

En  $i=2$ ,  $k=3$  y  $j=1$  se observa que según la fórmula debería ser que  $a_{23} \cdot a_{31} = a_{21}$  lo que en nuestro ejemplo no se verifica porque  $3 \cdot 0,25 = 0,75$  y no  $0,25$  como exigiría la fórmula.

Para resolver esta inconsistencia, el modelo del Promedio de los Valores Normalizados toma como criterio precisamente esto: el promedio. Que es el promedio del juego de comparaciones de a pares.

Pero el modelo que propone Saaty y que es el padre del modelo AHP, el criterio para resolver la inconsistencia, es el del Máximo Autovalor.

En una matriz recíproca, positiva e inconsistente, no se puede encontrar un vector que cumpla la siguiente igualdad:  $M \cdot V = \lambda_{\max} \cdot V$  para  $\lambda_{\max} = n$ . Esta igualdad se cumple solamente en matrices recíprocas, positivas y consistentes. Por lo tanto, lo que propone el modelo del Máximo Autovalor es tomar el Vector de Prioridades que surja de acercar el valor de  $\lambda_{\max}$  a  $n$  (en el caso del ejemplo a 3) lo más cercano a  $n$  como sea razonable.

Como se puede observar, el criterio del Máximo Autovalor está proponiendo acercar el Vector de Prioridad a la mayor consistencia razonable (minimizar la inconsistencia lo más posible o, mejor dicho, de la manera más razonable o significativa).

A continuación, se desarrollará un ejemplo con la matriz perturbada vista anteriormente.

	Alternativa a	Alternativa b	Alternativa c
Alternativa a	1,00000000	2,00000000	4,00000000
Alternativa b	0,50000000	1,00000000	3,00000000
Alternativa c	0,25000000	0,33333333	1,00000000

Una de las formas de desarrollar el modelo es la siguiente:

Primero, se obtiene el Promediano los Valores Normalizados tal cual se ha visto. Esta es una primera aproximación al  $\lambda_{\max} = n$ , en este ejemplo 3.

			Promedios de los valores normalizados y vector de prioridades	Vector de prioridades por la matriz original	lambdamax aproximada de la matriz inicial
0,57142857	0,60000000	0,50000000	0,55714286	1,68809524	3,02991453
0,28571429	0,30000000	0,37500000	0,32023810	0,96666667	3,01858736
0,14285714	0,10000000	0,12500000	0,12261905	0,36865079	3,00647249

La columna lambdamax aproximada de la matriz original se calcula dividiendo el resultado del Vector de Prioridades por la matriz original sobre el Promedio de los Valores Normalizados. En la primera fila, es  $1,68809524 / 0,55714286 = 3,02991453$ .

Las tres alternativas se acercan a tres.

Luego, se calcula el cuadrado de la matriz original y se vuelve a obtener el Promedio de los Valores Normalizados.

3,00000000	5,33333333	14,00000000
1,75000000	3,00000000	8,00000000
0,66666667	1,16666667	3,00000000

			Promedios normalizados y vector de prioridades	Vector de prioridades por la matriz original	lambdamax aprox. de la matriz inicial
0,55384615	0,56140351	0,56000000	0,55841655	1,68550607	3,01836695
0,32307692	0,31578947	0,32000000	0,31962213	0,96471435	3,01829646
0,12307692	0,12280702	0,12000000	0,12196131	0,36810616	3,01822071

Como se puede observar, el Vector de Prioridades obtenido tiene diferencia a nivel de la segunda posición, a partir de la coma, con respecto al Vector de Prioridades anterior. Y el lambdamax se aproxima más a 3.

Se repiten nuevamente los pasos anteriores, es decir, se calcula el cuadrado de esta última matriz y se obtiene el Promedio de los Valores Normalizados.

27,66666667	48,33333333	126,66666667
15,83333333	27,66666667	72,50000000
6,04166667	10,55555556	27,66666667

			Promedios normalizados y vector de prioridades	Vector de prioridades por la matriz original	lambdamax aprox. de la matriz inicial
0,55845248	0,55840822	0,55841293	0,55842454	1,68548984	3,01829471
0,31959630	0,31964056	0,31961793	0,31961826	0,96470211	3,01829471
0,12195122	0,12195122	0,12196914	0,12195719	0,36810275	3,01829470

Como se puede observar, el Vector de Prioridades obtenido tiene diferencia a nivel de la quinta posición, a partir de la coma, con respecto al Vector de Prioridades anterior. Y el lambdamax se aproxima más a 3.

Se pueden repetir nuevamente los pasos anteriores hasta que se quiera o se obtenga el lambdamax. En este caso, ya se llegó a un nivel que no requiere mayor precisión.

### El índice de Consistencia

Saaty afirma que para que el modelo sea aceptable debe tenerse en cuenta que los juicios no deben ser muy inconsistentes. Para ello propone evaluar el nivel de consistencia de cada matriz o Índice de Consistencia (IC).

El IC se calcula de la siguiente forma 
$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Esta es una medida del apartamiento de una matriz respecto de ser consistente. Donde  $n$  es el número orden (elementos) de una matriz cuadrada y  $\lambda_{\max}$  es el autovalor de la matriz.

Saaty demuestra por álgebra lineal que si se está frente a una matriz recíproca, positiva y consistente, se da que  $\lambda_{\max}$  es igual a  $n$ .

Reemplazando en la fórmula, se obtiene que  $IC = \frac{n-n}{n-1} = \frac{0}{n-1} = 0$

Cuanto más se aleje el IC de 0, menos consistente será la matriz.

### La razón de consistencia

La Razón de Consistencia (RC) es la proporción de la relación del Índice de Consistencia (IC) de la matriz dada sobre el Índice de Consistencia de una matriz generada aleatoriamente (ICA).

$$RC = \frac{IC}{ICA}$$

A sugerencia de Saaty, esta razón sería conveniente que sea menor a:

- 5% si  $n = 3$
- 9% si  $n = 4$
- 10% si  $n > 4$

Si no se cumple esta relación, el decisor debería revisar la matriz de comparaciones para obtener un mejor índice de consistencia.

El índice de consistencia aleatoria (ICA) fue propuesto por Saaty y es:

- 0 si  $n \leq 2$
- 0.52 si  $n = 3$
- 0.89 si  $n = 4$
- 1.11 si  $n = 5$
- 1.25 si  $n = 6$
- 1.35 si  $n = 7$
- 1.40 si  $n = 8$



- 1.45 si  $n = 9$
- 1.49 si  $n = 10$

## Axiomas que rigen el modelo AHP

### *Reciprocidad:*

El modelo AHP debe cumplir con el criterio de reciprocidad. Esto significa que cuando se efectúa la comparación de los pares, la relación entre ambas debe ser recíproca. Esto se puede expresar como  $a_{ij} = a_{ji}^{-1} = 1 / a_{ji}$

### *Homogeneidad:*

Los elementos a comparar deben ser homogéneos en relación a la propiedad a medir. Es decir que las diferencias deben estar contenidas por la escala establecida del 1 al 9. Se puede expresar como  $1 / \rho \leq M_c(\gamma_i, \gamma_j) \leq \rho$  para cualquier  $\gamma_i, \gamma_j$ . Esto es que para cualquier relación de pares de un conjunto (M) que depende de un mismo criterio (c) se debe cumplir que se encuentren dentro de un rango acotado de dispersión. Que  $1 / \rho$  no sea muy cercano a 0.

### *Síntesis:*

Los juicios acerca de las prioridades de los elementos o criterios en la jerarquía no dependen de los elementos de los niveles inferiores.

## 3. Tercera etapa (incorporación de múltiples decisores)

El modelo AHP está dentro de los modelos denominados *group decision making* (toma de decisiones grupales). Esto significa que el modelo está pensado como herramienta para sintetizar el juicio de grupos de personas que intervienen en el proceso de decisión.

Saaty propone que para incorporar el juicio de varios decisores se utilice la media geométrica. Es decir que cuando se elabora el juicio de comparaciones dentro de

cada matriz, el valor a introducir en cada celda de la matriz ya no será el juicio de una sola persona, sino que este será la media geométrica de los valores de cada persona que intervenga en el proceso de decisión:

$$\sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \dots d_n}$$

Se utiliza la media geométrica porque es necesario que el juicio colectivo cumpla con el principio de reciprocidad:

$$a_{ij} = 1 / a_{ji}$$

A modo de ejemplo, considerando dos decisores  $a$  y  $b$  se verifica que:

el coeficiente grupal para  $i$  contra  $j$  de los decisores  $a$  y  $b$  es  $\sqrt{a_{ij} \cdot b_{ij}}$  y el

coeficiente grupal para  $j$  contra  $i$  es  $\sqrt{a_{ji} \cdot b_{ji}}$

por lo tanto,  $\sqrt{a_{ij} \cdot b_{ij}} = \frac{1}{\sqrt{a_{ji} \cdot b_{ji}}}$

Ejemplo para  $a_{ij} = 4$  y  $b_{ij} = 2$  entonces

$$\sqrt{4 \cdot 2} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2}}} \Rightarrow \sqrt{8} = \frac{1}{\sqrt{0,25 \cdot 0,50}} \Rightarrow$$

$$\sqrt{8} = \frac{1}{0,3535} \Rightarrow 2,8284 = 2,8284$$

El porqué de la utilización de la media geométrica y no del promedio de los juicios individuales, que intuitivamente aparecería como la primera alternativa, es que el promedio no cumple con el principio de la reciprocidad.

A continuación se desarrollará un contraejemplo:

El cálculo del promedio debería ser de la siguiente forma:

el coeficiente grupal para i contra j de los decisores  $a$  y  $b$  sería

$$\frac{a_{ij}+b_{ij}}{2} \quad \text{y el coeficiente grupal para j contra i sería} \quad \frac{a_{ji}+b_{ji}}{2}$$

Según el ejemplo anterior, para  $a_{ij} = 4$  y  $b_{ij} = 2$  entonces

$$\frac{4+2}{2} \quad \text{debería ser igual que} \quad \frac{1}{\frac{\frac{1}{4}+\frac{1}{2}}{2}} \quad \text{y no lo es.}$$

Este contraejemplo demuestra que el promedio no cumple con el principio de la reciprocidad y por esto no se utiliza en el modelo AHP para síntesis del juicio de múltiples decisores.

## ANEXO B

### El modelo *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP)

Este modelo es igual al modelo AHP con la diferencia que la escala de Saaty del 1 al 9 es reemplazada por una escala dentro del mismo rango, pero con números borrosos.

La matemática borrosa se utiliza para crear modelos flexibles que se adapten a la forma del conocimiento humano. Los números borrosos permiten manejar términos lingüísticos no muy precisos, más difusos, representar la vaguedad del razonamiento humano.

Los conjuntos borrosos rompen con la lógica booleana de pertenece-no pertenece. En los conjuntos borrosos, la pertenencia de un elemento al conjunto se expresa por un grado de pertenencia.

En conjuntos borrosos, la pertenencia se expresa como  $\mu_A$  (función de pertenencia) donde el valor asociado de pertenencia puede estar entre 0 y 1.

$\mu_A(x) = 0$  significa que el elemento  $x$  no pertenece al conjunto  $\tilde{A}$  (con el símbolo  $\sim$  se diferencia al conjunto borroso de los conjuntos nítidos) y la expresión  $\mu_A(x) = 1$  significa que  $x$  pertenece totalmente al conjunto  $\tilde{A}$ .

Pero también existe la posibilidad de realizar la siguiente expresión:

$\mu_A(x) = 0,9$  lo que significa que  $x$  tiene una pertenencia parcial de 0,9 al conjunto  $\tilde{A}$ .

O, por ejemplo,  $\mu_A(x) = 0,6$  lo que significa que  $x$  tiene una pertenencia parcial de 0,6 al conjunto  $\tilde{A}$ .

Por ejemplo, desde la perspectiva de la lógica difusa, se puede definir al conjunto de los hombres altos con una función de pertenencia donde una persona de 1,80 de altura puede adquirir una pertenencia de 0,90 al conjunto borroso de personas altas y otra persona de una medida de 1,50 puede adquirir una pertenencia de 0,10 al conjunto borroso de personas altas.

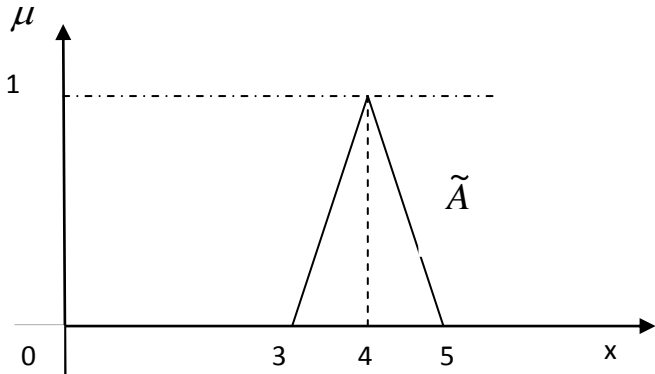
De esta forma, un conjunto nítido puede considerarse un caso particular de los conjuntos borrosos que solo contemplan la pertenencia o no pertenencia. En el ejemplo anterior, podría ser que las personas de una altura superior a 1,75 asuman un valor de pertenencia de 1 al conjunto borroso de personas altas y los menores o iguales a 1,75 un valor de 0 al conjunto borroso de personas altas.

Un número borroso es un subconjunto borroso de los números reales.

Por ejemplo, en el caso de que un evaluador emita un juicio de que una alternativa A es «aproximadamente 4» veces superior a la alternativa B, puede definirse con mucha más precisión utilizando números borrosos que con la lógica de pertenencia o no pertenencia. Donde la función de pertenencia puede ser:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 3 \\ \frac{x-3}{4-3} & \text{si } 3 \leq x \leq 4 \\ \frac{-x+5}{5-4} & \text{si } 4 \leq x \leq 5 \\ 0 & \text{si } x > 5 \end{cases}$$

Gráficamente:



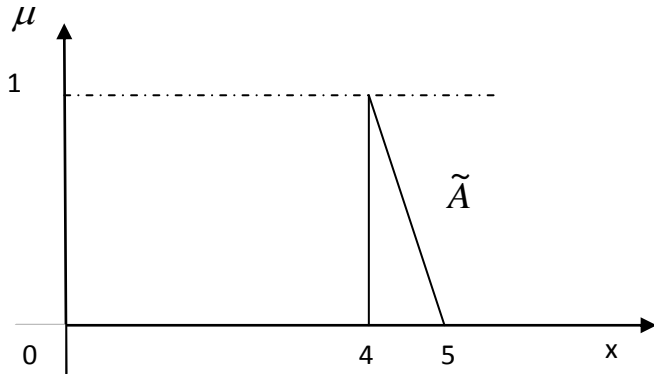
Este es un número borroso triangular.

Otro ejemplo: Un evaluador podría juzgar que una alternativa A «tal vez sea un poco superior a 4 veces B».

Esto podría representarse de la siguiente forma:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 4 \\ \frac{-x+5}{5-4} & \text{si } 4 \leq x \leq 5 \\ 0 & \text{si } x > 5 \end{cases}$$

Gráficamente:

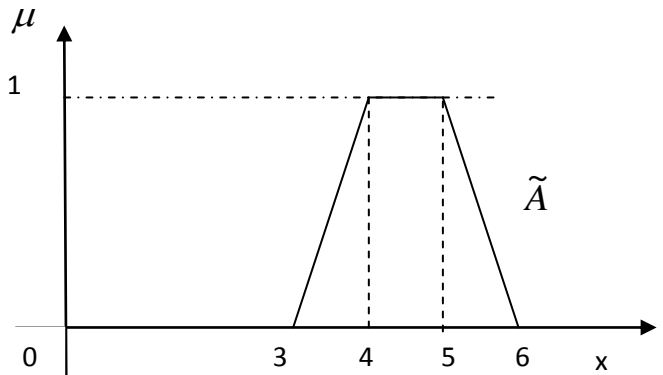


Otro ejemplo: Un evaluador podría juzgar que una alternativa A es «aproximadamente entre 4 y 5» veces superior que B.

Esto podría representarse de la siguiente forma:

$$\mu_A(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0 \quad \text{si } x < 3 \\ \frac{x-3}{4-3} \quad \text{si } 3 \leq x \leq 4 \\ 1 \quad \text{si } 4 \leq x \leq 5 \\ \frac{-x+6}{6-5} \quad \text{si } 5 \leq x \leq 6 \\ 0 \quad \text{si } x > 6 \end{array} \right.$$

Gráficamente:



Este configura un número borroso trapezoidal.

Otras funciones habituales son las gaussianas, las sigmoideas, las gamma, etcétera.

Con los números borrosos, se pueden realizar las operaciones aritméticas, como la adición, la diferencia, la multiplicación y la división.

J.J. Buckley (1985) es uno de los autores que primero y más ha desarrollado el modelo FAHP. En el artículo citado de este autor, se podrá encontrar cómo calcular con matemática borrosa tanto la media geométrica como la resolución del peso de cada alternativa y criterio.