SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

TECNOLOGÍA PARA AGREGAR VALOR A LAS ORGANIZACIONES

Juan Carlos V. Briano | Claudio Felipe Freijedo | Pablo Rota
Guillermo Tricoci | Carlos Waldbott de Bassenheim

ALWAYS LEARNING

PEARSON

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

TECNOLOGÍAS PARA AGREGAR
VALOR A LAS ORGANIZACIONES

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

TECNOLOGÍAS PARA AGREGAR VALOR A LAS ORGANIZACIONES

Juan Carlos V. Briano | Claudio Felipe Freijedo | Pablo Rota
Guillermo Tricoci | Carlos Waldbott de Bassenheim

Datos de catalogación bibliográfica

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL: TECNOLOGÍA PARA AGREGAR VALOR A LAS ORGANIZACIONES. - 1a ED - BUENOS AIRES : PRENTICE HALL - PEARSON EDUCATION 2011.

E-book

ISBN 978-987-615-321-8

1. Organizaciones. 2. Gerencia. 3. Administración de Empresas. CDD 658.47

Edición :
Magdalena Browne

Diseño de interiores:
Gastón Aguilera

Diseño de portada:
BOOKESTUDIO

Corrección de textos:
Constanza Larrañaga

Fotografías:
Fernando Furland

DR 2011 Pearson Argentina
Av Belgrano 615, Piso 11
C 1092AAG – Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Visítenos en:
www.pearsonespanol.com

ÍNDICE

Prólogo xi

Resumen de contenidos xiii

Los autores xvi

Parte I | EL ROL DE LAS TICs 1

Capítulo 1 | La Era Digital y la Sociedad del Conocimiento 2

1.1 Las Redes y la Web. Una Visión Económica 3
1.2 La Brecha Digital 6
1.3 Industria de la Información, Economía del Conocimiento y Sociedad del Conocimiento 7
1.4 El Conocimiento 10
1.5 El Conocimiento como Factor de Producción 10
1.6 El Conocimiento en las Organizaciones 11

Capítulo 2 | La Información como Recurso Estratégico 12

2.1 Teoría General de Sistemas 13
2.2 Los Sistemas de Información 14
2.3 Las Tecnologías de la Información 16
2.4 Los Sistemas de Información y su Evolución en las Organizaciones 17
2.5 Los Sistemas de Información, los Distintos Tipos de Decisiones y los Niveles de la Organización 19
2.6 Impacto de la Globalización y la Red de Redes 21
2.7 La Estrategia Competitiva y los Sistemas de Información 22
2.8 La Cadena de Valor. El Valor de la Información en los Productos y Servicios 25
2.9 Los Procesos de Negocios y los Sistemas de Información 27
2.10 Justificación Económica de la Inversión en Sistemas de Información. El Impacto en el Valor de los Negocios 28

Capítulo 3 | El Rol del Profesional de Ciencias Económicas en las TICs 30

3.1 Formación Específica en Sistemas de Información 31
3.2 Formación de Contadores Públicos y Licenciados en Administración 32

Bibliografía 34

Parte II | TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN 37

Capítulo 4 | Clasificación Tradicional de los Sistemas de Información 38

4.1 Sistemas Según Niveles de la Organización 38
4.2 Sistemas Según las Funciones Organizativas 44

Capítulo 5 | La Integración de los Sistemas de Información 76

5.1 Integración Funcional 79
5.2 Integración para la Toma de Decisiones 98
5.3 Sistemas para la Integración de Recursos Humanos 112

Capítulo 6 | Comercio Electrónico y Nuevos Modelos de Negocio 118

6.1 Sistemas de Comercio Electrónico 118
6.2 Sistemas para Nuevos Modelos de Negocio 127

Bibliografía 134

Parte III | TECNOLOGÍAS 137

Capítulo 7 | Hardware 138

7.1 Conceptos 138
7.2 Computadoras: Concepto y Estructura 139
7.3 Generaciones de Computadoras 143
7.4 Categorías de Computadoras 144
7.5 Arquitectura y Organización 145
7.6 Unidad Central de Procesamiento 147
7.7 Memoria Principal 148
7.8 Dispositivos y Medios de Entrada de Datos 150
7.9 Dispositivos para Presentación de Información 151
7.10 Dispositivos y Medios de Almacenamiento Externo de Datos 153

Capítulo 8 | Software 157

8.1 Conceptos 158
8.2 Software de Aplicación 158
8.3 Software de Sistema 160
8.4 Sistemas Operativos 163
8.5 Lenguajes de Programación 176
8.6 Compiladores, Intérpretes y Entornos 181
8.7 Software Propietario y Libre 182

Capítulo 9 | Comunicaciones y Redes 185

9.1 Conceptos 185
9.2 Medios de Transmisión 186
9.3 Redes 189
9.4 Protocolos 194
9.5 Conexión a Internet 197

Capítulo 10 | Recursos de Datos 199

10.1 Conceptos 199
10.2 Modelado de Datos 200
10.3 Herramientas de Modelado de Datos 201
10.4 Archivos Tradicionales 202
10.5 Bases de Datos 205
10.6 Inteligencia de Negocios 213

Parte IV | DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN 217

Capítulo 11 | Ciclo de Vida y Modelos de Desarrollo 218

11.1 Interrelación entre Ciclo de Vida, Modelos de Desarrollo y Metodologías de Análisis y Diseño 218
11.2 Modelos de Desarrollo 222

Capítulo 12 | Metodologías de Análisis y Diseño 232

12.1 Metodologías de Análisis y Diseño estructurado 233
12.2 Metodologías Orientadas a Objetos 236
12.3 Algunas Consideraciones sobre la Incorporación de Sistemas del Mercado (Paquetes de Software) 241
12.4 Anexos 242

Parte V | ESTRATEGIA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS Y RECURSOS INFORMÁTICOS 257

Capítulo 13 | Estrategia de Sistemas y Tecnologías de la Información 258

13.1 El Valor de la Tecnología Informática para la Organización 258
13.2 Conceptualización de Estrategia 260
13.3 Estrategia y Sub Estrategias. La Estrategia General y la Estrategia de SI/TICs 264
13.4 El Proceso Estratégico de Sistemas y Tecnologías de la Información 269
13.5 Formulación de la Visión Estratégica 270
13.6 Elaboración del Plan Táctico 279
13.7 La Estrategia de Sistemas y las PYMEs 282

Capítulo 14 | Administración de Proyectos y Recursos Informáticos 283

14.1 Gestión de Operaciones 284
14.2 Administración de Proyectos 284

Capítulo 15 | Decisiones de Inversión en TICs: Impacto Económico y de Negocios 312

15.1 Consideraciones sobre los Proyectos de Inversión 312
15.2 Proyectos de Inversión de SI con TICs 317
15.3 Consideraciones Generales sobre los Costos y Beneficios 319
15.4 Métodos de Administración de Activos de Tecnología de la Información 325

Bibliografía 330

PRÓLOGO

Las vitaminas son compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida, que al ingerirlas son trascendentales para promover el correcto funcionamiento fisiológico. Sin embargo, así como hay vitaminas para la vida, también existen las vitaminas para el alma y podemos asegurar, sin temor a equivocarnos ni pretender ser pedantes, que la primera edición de un libro es, para sus autores, una maravillosa vitamina para el alma que proporciona a los seres humanos un gozo muy particular.

Los autores somos todos profesores titulares de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires, que venimos viviendo desde hace años la pasión por enseñar distintas materias relacionadas con Tecnologías y Sistemas de Información.

Al elaborar el programa de la materia Tecnología de la Información en forma conjunta y con el valioso aporte de los profesores adjuntos de nuestras cátedras, nos dimos cuenta que habíamos logrado unir conceptos que, generalmente, se trataban por separado: Tecnologías de la Información, Sistemas de Información y Gestión Empresarial. Este libro se trata justamente de la conjunción de estas materias en la problemática de la competitividad en las organizaciones. Debemos resaltar que en los distintos temas tratados siempre pusimos los Sistemas para la Gestión delante de las Tecnologías que están incorporadas a los mismos y, que por cambiantes que sean, pueden hacer que se desarrollen nuevos modelos a partir de hipótesis similares.

La Sociedad en Red no sólo impactó dramáticamente en las organizaciones al cambiar la manera de hacer negocios, comercializar y distribuir bienes y servicios, sino que también transformó la manera de comunicarse y comportarse de los individuos.

La informática y las telecomunicaciones también pueden ser utilizadas para cometer delitos con mayor facilidad e inclusive se han convertido en un medio propicio para atentar contra la intimidad de las personas. El tratamiento de estas problemáticas debe abordarse tanto desde la perspectiva de la seguridad informática como desde un enfoque ético. Reconocemos que estos dos temas son capítulos que faltan en esta obra y seguramente serán el incentivo que nos obligue a incluirlos en una próxima edición.

Este libro es fruto del intercambio de opiniones entre nosotros en las aulas, en los pasillos de la Facultad o en el ámbito de las jornadas y conferencias que hemos compartido.

Sin embargo, detrás de cada uno de nosotros sigue existiendo biografía vivida desde el corazón, la esperanza y la experiencia. Aquello que nos diferencia y que a la vez nos convierte en semejantes, esa diferencia de matices esperamos que el lector perciba en estas páginas.

Pocos son los autores que coinciden en los mismos agradecimientos y ese es nuestro caso: agradecemos a la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires que nos permitió ejercer esta pasión por enseñar; a todos los maestros que nos guiaron, criticaron y reconstruyeron nuestro conocimiento; a los colegas docentes que nos han enriquecido con el diario intercambio y, muy especialmente, a todos los alumnos que pasaron por nuestras aulas. Ellos son el principal aliciente, motivo y motor para que este libro se haya hecho realidad. Ellos son también sus principales destinatarios.

Juan Carlos V. Briano
Claudio Felipe Freijedo
Pablo Rota
Guillermo Tricoci
Carlos Waldbott de Bassenheim

Buenos Aires, mayo 2011

RESUMEN DE CONTENIDOS

La primera parte de esta obra, EL ROL DE LAS TICs escrita por Guillermo Tricoci, está compuesta de tres capítulos.

En el primer capítulo presentamos la Era Digital y la Sociedad del Conocimiento. Se muestra la importancia de las redes y la web no sólo en sus esquemas físicos, sino en sus impactos sociales, económicos y organizacionales. La revolución de las TICs produce una aceleración en la generación del conocimiento y la masificación de las posibilidades de acceso al mismo, en la medida que los individuos se encuentren alfabetizados digitalmente. Los individuos que no pueden acceder a la era digital forman parte de una nueva forma de exclusión social. La Brecha Digital es una manera de caracterizar los problemas de acceso de las personas, que muestra la conformación de grupos que están incluidos en el uso de las TICs y que, por lo tanto, conocen el alfabeto digital y los excluidos digitales. Presentamos los distintos estadios evolutivos de las TICs hacia la sociedad del conocimiento y sus impactos en los países, las organizaciones y las personas. Remarcamos la importancia del conocimiento en esta nueva era, su utilización como un factor de la producción y su tratamiento en las organizaciones

En el segundo capítulo, ya en el marco de las organizaciones, avanzamos sobre los conceptos de dato, información y conocimiento. Abordamos los sistemas de información y las tecnologías de la información, marcando sus diferencias a partir de la Teoría General de Sistemas. Vemos luego la importancia estratégica de los sistemas de información desde distintos aspectos. La nueva realidad, provocada por la revolución tecnológica, tiene implicancias económicas en las decisiones de inversión en TICs y en la forma en que deben ser evaluadas.

En el tercer capítulo analizamos el rol del profesional en Ciencias Económicas, remarcando las fortalezas y debilidades de sus competencias en esta nueva realidad, provocada por la revolución de las TICs. Caracterizamos también el mercado de las TICs y sus potenciales demandas.

La segunda parte de esta obra, TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN, escrita por Pablo Rota, tiene por objetivo identificar y conocer una buena cantidad de diferentes sistemas de información para comprender sus reales aportes a la gestión de las organizaciones. La presentación de estos sistemas de información, a veces muy diferentes entre sí, nos permitirá comprender y, en algunos casos, ejemplificar sus distintos objetivos, límites y alcances.

En el Capítulo 4 comenzamos analizando dos clasificaciones tradicionales. En la primera veremos el desempeño de diferentes sistemas de información satisfaciendo las necesidades de distintos niveles de decisión de la pirámide organizativa. La segunda mostrará esos mismos sistemas, pero ahora analizados desde la perspectiva de las diferentes funciones que toda organización debe realizar para lograr sus objetivos.

En el Capítulo 5 describiremos los sistemas de información, pero ahora evaluados respecto a su capacidad de trabajar en forma conjunta y coordinada, es decir, que estaremos analizando distintas formas de integración de los sistemas.

Finalmente, en el Capítulo 6 desarrollaremos dos tipos de sistemas con finalidades específicas. Se trata por un lado de los sistemas para el comercio electrónico y por otro de los sistemas que brindan la posibilidad de realizar nuevos modelos de negocio. Ambos tipos de sistemas forman parte de las clasificaciones enumeradas en los capítulos anteriores, pero debido a la nueva concepción de negocio que implican, hemos preferido su tratamiento en forma individualizada.

Desde luego que las posibilidades de clasificar los sistemas de información no se agotan en las distintas categorías que estamos presentando en estos capítulos. Sin embargo, al recorrer las clasificaciones propuestas, el lector podrá obtener una visión clara de los aportes que cada uno de estos tipos de sistemas de información son capaces de brindar a distintas organizaciones.

La tercera parte de esta obra, TECNOLOGÍAS, desarrollada por Carlos Waldbott, consta de cuatro capítulos.

Actualmente resulta impensable que una organización, aún pequeña, no utilice computadoras para la gestión de sus negocios. Las computadoras rodean la vida cotidiana de las personas, no sólo en su trabajo, sino también en múltiples actividades de la vida personal. En el Capítulo 7, Hardware, analizaremos el concepto, estructura, generaciones, categorías, arquitectura y organización de las computadoras, así como sus distintas partes: unidad central de procesamiento, memoria principal y las unidades de entrada, salida y archivo.

Sabemos que una computadora no puede realizar ninguna actividad sin "programas" o software y que para las organizaciones, el software sigue siendo un factor fundamental como generador de ventajas competitivas, ya no tanto por la posibilidad de obtenerlo, sino por un uso adecuado y eficiente para el contexto en que se desenvuelve la organización. Estas herramientas ahora no sólo están disponibles, sino que también son accesibles, pero si no se usan o se realiza un uso inadecuado de las mismas, difícilmente ayudarán a la organización a progresar en este mundo competitivo y globalizado. En el Capítulo 8, Software, veremos sus características, los distintos tipos, los lenguajes de programación que permiten desarrollarlos, los traductores que permiten pasar del código fuente al lenguaje de máquina y las diferentes formas de licenciamiento del software.

Tanto en los hogares como en las organizaciones, ya resulta imprescindible que las distintas computadoras se comuniquen entre sí ya sea para compartir una conexión a Internet o para compartir distintos recursos de cómputo, y particularmente en las empresas, compartir algo aún más importante, datos (de clientes, artículos, etcétera y sus operaciones o transacciones), así como permitir la comunicación entre los diferentes usuarios y con entidades externas, para llevar a cabo los procesos de negocios. En el Capítulo 9, Comunicaciones y Redes, analizaremos las características generales de la comunicación y las específicas para conformar las redes de computadoras. Deseamos agradecer a Virginia Chaina por sus comentarios y aportes para el contenido de este capítulo.

En el ámbito de una organización, toda la tecnología descripta en los tres capítulos anteriores sólo tiene sentido si permite lograr una mayor rentabilidad, dar mejores servicios a los clientes, hacer más eficientes los procesos de negocios, permitir nuevas operaciones, etcétera. Para ello, nos falta el último elemento, esencial en un contexto organizacional y que se refiere al almacenamiento y recupero de datos y la obtención

de información. En el Capítulo 10, Recursos de Datos, presentaremos las características generales del manejo de los recursos de datos y los conceptos de procesamiento transaccional e inteligencia de negocios. Deseamos agradecer a Ernesto Chinkes por sus comentarios y aportes para el contenido de este capítulo.

La cuarta parte de esta obra, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN, escrita por Claudio Freijedo, aborda los temas ciclo de vida y metodologías de desarrollo.

El Capítulo 11 presenta el concepto de ciclo de vida señalando la complementación entre los diferentes enfoques de este concepto y las tecnologías de gestión de proyectos y las metodologías de desarrollo para luego presentar los principales modelos de ciclo de vida, destacando las diferencias entre ellos y sus principales características.

El Capítulo 12 desarrolla el concepto de metodología para el análisis y diseño de sistemas, conceptualizando los objetivos, características y herramientas principales de la metodología estructurada y la metodología orientada a objetos.

Finalmente, la quinta parte de la obra, ESTRATEGIA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS Y RECURSOS INFORMÁTICOS cuyos Capítulos 13 y 14 han sido escritos por Claudio Freijedo y el 15 por Guillermo Tricoci, presenta las cuestiones relativas a la elaboración e implementación de la estrategia de sistemas y tecnologías de la información.

En el Capítulo 13 se discute sobre el valor de las tecnologías de la información en las Organizaciones y la interrelación de la estrategia específica con la estrategia general para luego presentar los diferentes componentes en los que se desgrana la visión estratégica de SI/TI, destacando las decisiones a tomar en cada uno de los diferentes ámbitos de decisión para, luego, presentar los planes tácticos que establecen las acciones a llevar a cabo para desarrollar la visión estratégica.

En el Capítulo 14 se tratan los dos grandes tipos de actividades de gestión que se llevan a cabo para implementar la estrategia, la gestión de operaciones y la administración de proyectos. Con relación a este último punto se presentan las diferentes etapas y las principales herramientas utilizadas para la gestión de proyectos.

Por último, en el Capítulo 15 se abordan distintos aspectos económicos de la decisión de inversión en TI. Se presentan consideraciones generales sobre la evaluación económica de proyectos y, en particular, los referidos a TI, resaltando la metodología de evaluación costo-beneficio. Se presentan los métodos de Costo Total de Propiedad (CTP) y Valor Total de Propiedad (VTP), sus características más relevantes, y sus ventajas y desventajas.

LOS **AUTORES**

Somos todos profesores titulares de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires, que venimos viviendo desde hace años la pasión por enseñar distintas materias relacionadas con Tecnologías y Sistemas de Información.

¿Qué nos llevó a esa pasión por enseñar? Muchas motivaciones individuales, pero una compartida por todos: la necesidad de seguir aprendiendo.

Esta necesidad hizo que dedicáramos tantas horas y tantos años a enseñar por convicción. Y en este transitar, casi sin darnos cuenta, la vida nos brindó un regalo de esos que valen la pena: la amistad entre nosotros. Y de ese compartir nació la idea de escribir un libro.

Dedicamos este libro a nuestras familias, que nos alientan en nuestra tarea de enseñar.

Juan Carlos Valentín Briano

Contador Público Nacional y Licenciado en Administración (FCE-UBA).
Analista en Informática (UADE).
Profesor Titular Consulto (UBA).
Secretario de Relaciones Académicas Internacionales (FCE-UBA).
Se desempeñó como Profesor Titular Regular del Grupo de Asignaturas de Sistemas de Información (FCE-UBA).
Profesor Asociado Interino de Administración de Recursos Informáticos.
Profesor Asociado Regular de Teoría de los Lenguajes y Sistemas Operativos.
Profesor Titular Interino de Auditoría y Control de Sistemas de Información.
Profesor Titular Interino Tecnología de la Información (FCE-UBA).
Dictó numerosos cursos sobre la especialización tanto a nivel de grado como posgrado.
Miembro de Jurado y veedor de numerosos concursos docentes.
Subdirector del Posgrado de Sistemas de Información. Subdirector del Departamento de Sistemas. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA.
Secretario de Planificación y Evaluación Educativa de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA.
Consultor y Director de diversos proyectos en Sistemas de Información.
Gerente General de SSD, Seoane Sistemas Digitales S.A.
Director General de Sistematización de Datos del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos.
Coordinador de Recursos Informáticos de la Contaduría General de la Nación.
Se desempeñó como autoridad y organizador de innumerables Congresos Nacionales e Internacionales.
Actuó en Asociaciones Científicas sobre la Especialidad.

Claudio Felipe Freijedo

Contador Público (UB) y Magíster en Administración.
Finalizó los estudios del Doctorado en Administración (UCA).
Docente en la FCE-UBA desde 1980, siendo actualmente Profesor Titular Regular de Administración de Recursos Informáticos (FCE-UBA). Responsable de las cátedras Gestión de Proyectos de Tecnología e Informática (Maestría en Gestión de Servicios Tecnológicos y de Telecomunicaciones, UDESA), Metodologías para el desarrollo de Sistemas de Información (Especialización en Gestión Estratégica de la Tecnología Informática, FCEE-UNR) y Gestión del Conocimiento (MBA, Universidad de Asunción).
Ha sido profesor invitado en programas de posgrado en diferentes universidades.
Integra la Comisión Asesora Externa para el Posgrado de Especialización en Gestión Estratégica de la Tecnología Informática (UNR-FCEE) y se desempeña como Sub-Director del Departamento Pedagógico de Sistemas (FCE-UBA). Ha sido Vicepresidente de la Comisión de Estudios sobre Sistemas del CPCECABA y subdirector del Gabinete de Computación (FCE-UBA).
Director y/o Jurado de Tesis y concursos docentes en diferentes ámbitos (UBA; UNR, UDESA; ITBA, UCA).
Expositor, miembro del comité académico y autoridad en jornadas y congresos de la especialidad.
Consultor en TI, su experiencia laboral se ha orientado a la aplicación de tecnología informática y las comunicaciones al campo de los negocios, tanto en la industria como en los servicios, habiéndose desempeñado en diferentes organizaciones con responsabilidades gerenciales tanto a nivel local como latinoamericano.
Sus últimas publicaciones son *Teoría de la Organización* (2011, Pearson Prentice Hall), *Tecnologías de Gestión* (2006, Pearson Prentice Hall) y *Tecnologías de la Información y la Comunicacion* (2006, Pearson Prentice Hall).

Pablo Rota

Contador Público Nacional (UB).
Profesor Titular de Tecnología de la Información de la Facultad de Ciencias Económicas (UBA).
Profesor Asociado a cargo de la Cátedra de Tecnología de los Computadores de la Facultad de Ciencia Económica (UBA).
Ex Profesor Asociado a cargo de la Cátedra de Sistemas de Información de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Comahue.
Ex Profesor Adjunto de Procesamiento de Datos de la Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de la Patagonia.
Ex Secretario del Departamento Pedagógico de Sistemas de la Facultad de Ciencias Económicas (UBA).
Ex Coordinador del Postgrado de Sistemas de Información Administrativa de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA.
Jurado de concursos de docentes.
Miembro del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA en representación del Claustro Docente.
Autor de diversas publicaciones en medios y congresos de la especialidad.
Expositor, autoridad y/o miembro del Comité Académico de diferentes jornadas y congresos.
Ha dictado cursos de la especialidad en distintas organizaciones públicas y privadas en Argentina.
Consultor de Tecnología de la Información y Director de múltiples Proyectos de Desarrollo de Aplicaciones Informáticas en el ámbito público y privado.
Ocupó cargos gerenciales en el área Sistemas en el ámbito público y privado.
Actuó en Asociaciones Profesionales y Científicas sobre la Especialidad.

Guillermo Tricoci

Contador Público Nacional y Licenciado en Administración de Empresas (UBA).
Postgrado en Economía Pública (UDESA).
Profesor Titular (int.) de Tecnología de la Información de la Facultad de Ciencias Económicas (UBA).
Profesor Asociado de Tecnología de la Información, Metodología de Sistemas y Administración de Recursos Informáticos de la Facultad de Ciencia Económica (UBA).
Profesor de la Maestría en Recursos Humanos en la materia Tecnología de la Información (FCE-UBA).
Ex Profesor de la Maestría de Administración de Empresas de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadísticas de la Universidad Nacional de Rosario.
Sub-Director del Departamento Pedagógico de Sistemas de la Facultad de Ciencias Económicas (UBA).
Investigador en temas de Tecnología de la Información y Economía.
Formador de recursos humanos en proyectos de investigación y Director de tesis.
Jurado de concursos de docentes.
Autor de diversas publicaciones en medios y congresos de la especialidad.
Expositor, autoridad y/o miembro del Comité Académico de diferentes jornadas y congresos.
Ha dictado cursos de la especialidad en distintas organizaciones públicas y privadas en Argentina.
Consultor de Tecnología de la Información y Economía en el ámbito público y privado.
Ocupó cargos gerenciales en el área Sistemas y de Administración y Finanzas en el ámbito público y privado.
Ha publicado recientemente los libros *Las TICs y el Conocimiento. Un enfoque económico y de negocios* (2008) y *El impacto de las Industrias de Tecnología de la Información y Comunicaciones (Tic's) y la Sociedad del Conocimiento en la Argentina* (2009).

Carlos Waldbott de Bassenheim

Contador Público y Licenciado en Administración (UBA).
Actualmente es Profesor Titular Regular de Tecnología de la Información y Profesor Titular de la Maestría en Recursos Humanos de la Facultad de Ciencias Económicas UBA.
Se ha desempeñado como Profesor Titular Interino de Sistemas de Datos (2007-2009) y Profesor Asociado Regular de Construcción de Aplicaciones Informáticas (1991-2009).
Docente de la FCE-UBA desde 1977.
Director del Departamento Pedagógico de Sistemas desde 2006.
Subdirector del Departamento de Sistemas (2004-2005).
Director del Gabinete Académico de Computación (1996-2000).
Subdirector del Gabinete Académico de Computación (1988-1992).
Jurado de numerosos concursos docentes y jurado y tutor de tesis de MBA.
Autor de diversas publicaciones en medios y congresos de la especialidad.
Expositor, autoridad y/o miembro del Comité Académico de diferentes jornadas y congresos desde 1980.
Ha dictado cursos de la especialidad en distintas organizaciones públicas y privadas, en la Argentina y en el extranjero.
Presidente de Waldbott & Asoc. S.A., empresa que se dedica al desarrollo y comercialización de software de Gestión Administrativa-Contable desde 1989.
Anteriormente, se desempeñó como Consultor, Jefe de Proyectos y Gerente de Desarrollo.

CAPÍTULO 1

LA **ERA DIGITAL** Y LA **SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO**

CAPÍTULO 2

LA **INFORMACIÓN** COMO **RECURSO ESTRATÉGICO**

CAPÍTULO 3

EL **ROL** DEL **PROFESIONAL** DE **CIENCIAS ECONÓMICAS** EN LAS TICs

ALCANCE

En el primer capítulo de esta parte presentamos la Era Digital y la Sociedad del Conocimiento. Se muestra la importancia de las redes y la Web no sólo en sus esquemas físicos, sino en sus impactos sociales, económicos y organizacionales. La revolución de las TICs produce una aceleración en la generación del conocimiento y la masificación de las posibilidades de acceso al mismo, en la medida en que los individuos se encuentren alfabetizados digitalmente. Los individuos que no pueden acceder a la era digital forman parte de una nueva forma de exclusión social. La Brecha Digital es una manera de caracterizar los problemas de acceso de las personas, que muestra la conformación de grupos que están incluidos en el uso de las TICs y que, por lo tanto, conocen el alfabeto digital y los excluidos digitalmente. Presentamos los distintos estadios evolutivos de las TICs hacia la sociedad del conocimiento y sus impactos en los países, las organizaciones y las personas. Remarcamos la importancia del conocimiento en esta nueva era, su utilización como un factor de la producción y su tratamiento en las organizaciones.

En el segundo capítulo, ya en el marco de las organizaciones, avanzamos sobre los conceptos de dato, información y conocimiento. Abordamos los sistemas de información y las tecnologías de la información, marcando sus diferencias a partir de la Teoría General de Sistemas. Vemos luego la importancia estratégica de los sistemas de información desde distintos aspectos. La nueva realidad provocada por la revolución tecnológica tiene implicancias económicas en las decisiones de inversión en TICs y en la forma en que deben ser evaluadas.

En el tercer capítulo presentamos el rol del profesional en Ciencias Económicas, remarcando las fortalezas y debilidades de sus competencias en esta nueva realidad, provocada por la revolución de las TICs. Caracterizamos el mercado de las TICs y sus potenciales demandas.

PARTE I

EL ROL DE LAS TICs

CAPÍTULO 1

LA **ERA DIGITAL** Y LA **SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO**

A lo largo de la historia de la humanidad, la comunicación entre las personas se ha realizado por medio de distintos alfabetos. Desde los grafismos, pasando por el alfabeto chino de gran complejidad, el alfabeto romano mucho más simple y conocido, hasta llegar en nuestros días al alfabeto digital. "Hoy nuestras vidas están fuertemente influidas por el alfabeto digital, a tal punto de que somos parte del nuevo mundo digital. Podemos comunicarnos sin demoras con lugares distantes, dialogar a la distancia y vernos al mismo tiempo, intercambiar mensajes, fotos, música y videos, todo en forma instantánea. El alfabeto digital, formado por ceros y unos, está produciendo un cambio de paradigmas muy fuerte. La intangibilidad y los bytes representan la muerte de la masa. Muchos aspectos de la vida de las nuevas generaciones suceden en la red. El concepto de red toma especial importancia en la vida económica y social"[1].

Un simple cambio de ceros y unos puede generar desde el envío de un correo electrónico, hasta la activación de una bomba nuclear, cuya fórmula está también escrita en lenguaje digital. El alfabeto digital, unido a los grandes avances en el campo de las comunicaciones, genera una gran cantidad de cambios muy profundos pero además muy veloces.

El siguiente texto, extraído de la página principal del sitio Web de la Sociedad del Conocimiento de la Unión Económica Europea[2], y reproducido por Polanco (2006), sintetiza nuestro planteamiento del tema.

> "El rápido desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) ha ocasionado profundos cambios en nuestro modo de trabajar y vivir, en la medida en que la extendida difusión de las TICs es acompañada por innovaciones organizativas, comerciales, sociales y legales. Nuestra sociedad se define ahora como la

[1] Guillermo Tricoci, *Las TICs y el conocimiento. Un enfoque económico y de negocios*, Ediciones Cooperativas, agosto, 2008.

[2] http://ec.europa.eu/employment_social/knowledge_society/index_en.htm.

> «sociedad de la información», una sociedad en la cual la información a bajo costo y las TICs son de uso general, o como la «sociedad basada en el conocimiento», para resaltar el hecho de que el activo más valioso es la inversión en capital intangible, humano y social, y que los factores clave son el conocimiento y la creatividad".

Los impactos de esta revolución deben analizarse desde distintos niveles. Existen impactos sobre las personas, sobre las organizaciones, sobre los mercados donde operan e interactúan las organizaciones, y sobre los países (teniendo implicancias regionales y nacionales).

Manuel Castells[3] presenta al informacionalismo como el paradigma tecnológico de nuestro tiempo, resaltando la revolución tecnológica de las TICs y remarcando que lo nuevo es la masificación en el procesamiento de la información y el impacto de la tecnología en la generación y aplicación del conocimiento.

En este libro nos ocuparemos focalmente en el impacto sobre las organizaciones. Haremos referencia a los demás niveles en cuanto sea necesario para el alcance de los temas a plantear.

La era digital dio origen al nacimiento y crecimiento del sector TICs. Este sector tiene un volumen importante en el ámbito mundial. De acuerdo al European Information Technology Observatory (EITO), su mercado de bienes y servicios en el 2007 es del orden de 2.115 billones de euros. La **Figura 1.1** muestra su distribución en el mundo:

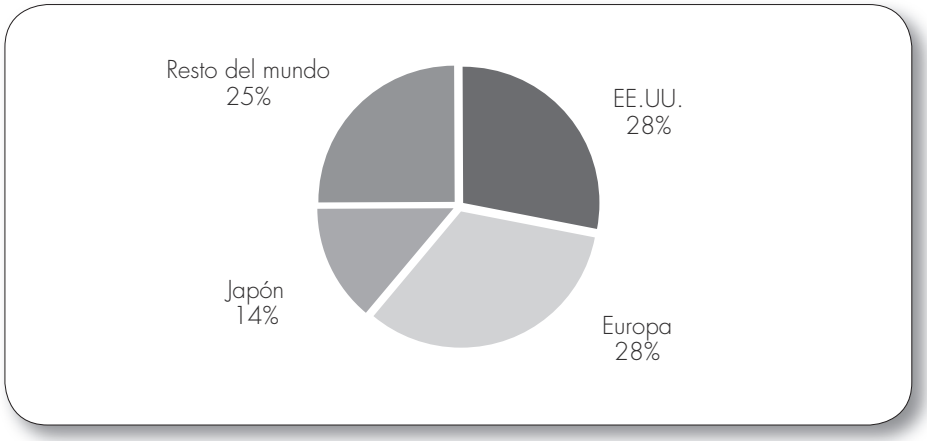


Figura 1.1
Distribución del mercado mundial de TICs

El crecimiento anual de este mercado mundial fue del orden del 7% desde 1993, siendo superior al 13% en software y de más del 15% en servicios informáticos[4].

1.1 LAS REDES Y LA WEB. UNA VISIÓN ECONÓMICA

En nuestros días las redes están relacionadas con muchos aspectos de nuestras vidas. Pero no hay duda que la que mayor impacto produjo es la red de redes: internet. En este capítulo sólo mostraremos algunos aspectos de las redes, esencialmente los económicos, dejando sus características físicas y técnicas para el Capítulo 8.

---

[3] Tomado del epílogo escrito por Manuel Castells en el libro de Pekka Himanen, *La ética del Hacker y el espíritu de la era de la información*, Editorial Destino, Barcelona, 2002.

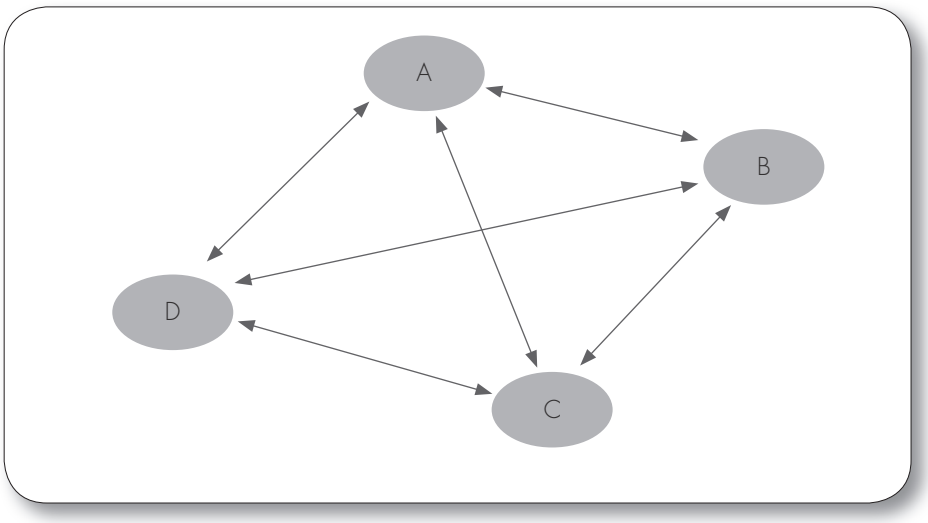
[4] Cabe aclarar que el rubro de hardware, que completa los rubros de TICs, creció a una tasa menor al promedio.

Una red está constituida por:

- Un conjunto de nodos
- Relaciones entre los nodos

Esta es la visión estructural de una red, que representamos en la **Figura 1.2**, planteada por Tricoci (2008). Podemos ver que los círculos representan los nodos (A, B, C y D) y las líneas las relaciones (A-B, A-C, A-D, B-C, B-D y C-D).

Figura 1.2
Visión estructural de una red



En el caso de una red social los nodos son los participantes y las relaciones son los lazos. En la **Figura 1.2** se muestran las relaciones totales que se puede hacer para un número determinado de nodos, pero esas relaciones pueden tener características diferentes. En una red social se puede ser un participante de la red, existiendo la potencialidad de relacionarse con la totalidad de los participantes de las mismas, o sólo de tener lazos con algunos.

Yendo al estudio de red de redes, Polanco (2006) presenta el estudio de la Web como el modelo de un sistema no lineal[5] que obedece a una "ley de potencia a escala libre" y que es altamente distribuida. Formaliza a la red global R_g, constituida por redes específicas como:

- R_{tc}, la red tecnológica de comunicaciones (representada por internet y la Web).
- R_s, una red social formada por los usuarios de la red tecnológica.
- R_e, una red económica generada por el uso de la red tecnológica.
- R_c, una red de conocimientos producidos y usados por los usuarios de la red tecnológica.

Las posibilidades de análisis de las redes presentan distintas dimensiones:

- La estructural o de la topología de relaciones.
- La de contenidos: la estructura contiene datos, imagen, textos, entre otros.
- El grado de utilización de la estructura y los contenidos por parte de los usuarios, el uso propiamente dicho.

[5] Los sistemas no lineales tienen comportamientos aleatorios y sus predicciones deben ser hechas en términos probabilísticos.

Las redes son estructuras vivas que responden a una dinámica muy difícil de prever. En la Web hay sitios que aparecen y otros que mueren constantemente. ¿Cómo es esa dinámica?

Las características generales de las distribuciones observadas en la Web obedecen a una ley de potencia[6] (Polanco, 2006). Existe un mecanismo de relaciones preferenciales (*preferential attachment*), expuesto por varios autores[7] del tipo "el ganador o el rico se lleva todo", por el cual los nuevos nodos se relacionan con los nodos más accedidos (el ganador o el más rico). Este concepto pueden comprobarlo los lectores. Seguramente cada uno de los lectores tienen computadoras conectadas a Web. Miren en sus exploradores cuántos sitios tienen como favoritos, diez, quince, o treinta sitios. Imaginen ustedes la cantidad de sitios disponibles en la Web. Para robustecer el experimento pueden hacer una encuesta entre sus amigos sobre cuántos sitios tienen como favoritos y cuáles son los más repetidos. Casi con seguridad coinciden en el 70 u 80% de los sitios. Si tuvieran una estadística de los que más usan seguramente sería sólo el 10 o 15% de esos favoritos. Por lo tanto, si graficamos este comportamiento colocando frecuencia de accesos y objetos o sitios, daría una curva como la que se muestra en la **Figura 1.3**.

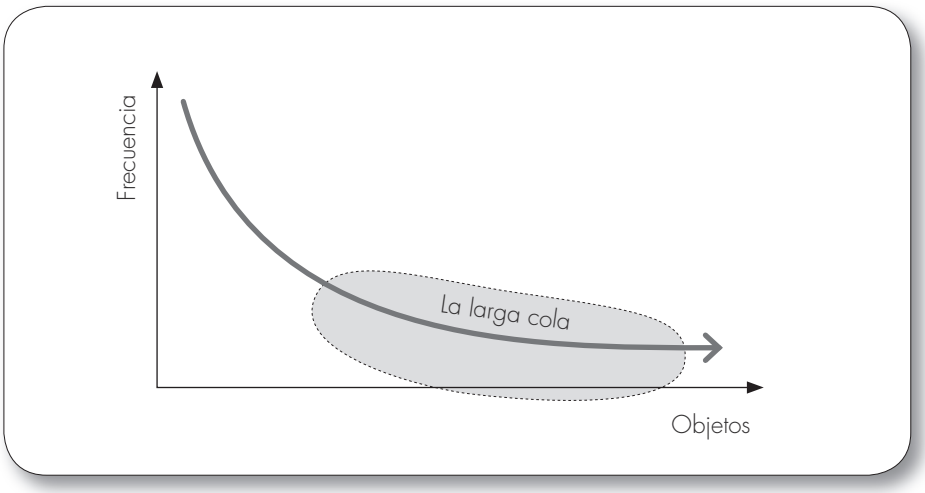


Figura 1.3

Relación entre frecuencia de uso y objetos en la Web

Es una distribución muy dispareja, con una pendiente pronunciada y con una cola muy larga[8] (asintótica al eje X). Al responder a un mundo no gaussiano, la media no es un valor representativo de la distribución. El concepto "libre de escala" es explicado por Polanco (2006), como "en estos tipos de redes se observa a menudo que un nodo crece (en términos de enlaces) proporcionalmente al tamaño que tiene, sin que haya un parámetro de escala que indique, por ejemplo, que dado un cierto número de enlaces ya no se pueden ganar más enlaces o éstos deben agregarse más lentamente".

El concepto de la sociedad red, planteado por Castells[9], surge sobre los fundamentos del informacionalismo. La sociedad red se expande por todo el planeta y es la forma dominante de la organización social de nuestros días. Las redes sociales existieron en toda la historia de la humanidad, pero en la actualidad han tomado un impulso imparable por la revolución tecnológica.

---

6 Responde a la definición de N^{β} con $\beta \geq 1$. Se trata de representaciones de distribuciones hiperbólicas.

7 Huberman y Adamic (1999), Albert y Barasibi (2002), entre otros.

8 Anderson (2006) popularizó con su libro y sitio Web *The Long Tail*, el concepto de la cola larga.

9 Tomado del epílogo escrito por Manuel Castells del libro de Pekka Himanen. *La ética del Hacker y el espíritu de la era de la información*, Editorial Destino, Barcelona, 2002.

A poco de difundirse las redes de computadoras aparece la llamada ley Metcalfe, expresada por Robert Metcalfe, creador de *ethernet*. Dicha ley enuncia que el valor de una red es proporcional al cuadrado del número de usuarios, (N^2 siendo N el número de usuarios o nodos). La idea es que el valor de una red es una función del número de nodo/usuario conectados (N) y que su valor crece exponencialmente. Este concepto tuvo muchas objeciones como modelo único para interpretar el valor de las redes, dado que muestra sólo el aspecto potencial de las relaciones y no su uso real.

En la economía de redes, el ingreso de un participante adicional tiene beneficios adicionales (marginales), mayores que sus costos adicionales (marginales). El costo adicional (marginal) que se genera por el agregado de un usuario es muy bajo, tendiendo a cero[10]. La utilidad adicional (marginal) que genera ese nuevo usuario es mayor a su costo y en cierto punto creciente. En general, las redes tienen costos fijos altos, pero costos variables bajos. Pensemos el caso en que una firma proveedora de TV por cable agrega un cliente más a su red. El costo para la firma es prácticamente el coaxil adicional y la hora hombre de conexión (bajar la señal del poste más cercano a la casa). Toda la infraestructura está funcionado y el incremento de la misma por agregar un cliente más es cero[11]. El beneficio es el precio del servicio, instalación por única vez y el precio mensual del servicio.

1.2 LA BRECHA DIGITAL

En Tricoci y Benvenuto (2009) se plantean los aspectos negativos que ha producido la era digital y el impacto mundial de las TICs.

> "En la medida que el acceso a la tecnología tenga restricciones, aparece el peligro de una nueva y peligrosa forma de exclusión social. ¿Es posible un futuro con personas que desconozcan el lenguaje digital? Si todos no conocen el lenguaje digital se crean dos grupos: el grupo de los 'conectados', que por lo tanto conocen y dominan el alfabeto digital; y el grupo de los 'desconectados'. La visión de una sociedad del conocimiento inclusiva, para todos sus integrantes, requiere aplicar políticas públicas con el fin de asegurar el objetivo del acceso universal, el mercado no soluciona los problemas de acceso por sí solo, sino que los profundiza."

Van Dijk y Hacker (2003) caracterizan las restricciones de las personas que hemos denominado "desconectados" como una limitación intra-sociedad en términos de distintos tipos de problemas de acceso. Se presentan por lo menos cuatro problemas relacionados con el acceso:

- *Acceso mental:* se caracteriza por la falta de experiencia digital elemental causada por la ausencia de interés o de atracción de la nueva tecnología.
- *Acceso material:* se describe como la imposibilidad de disponer de computadoras y conexión de red. Es la no posesión de los medios de procesamiento y su conexión.
- *Acceso de habilidades:* está representado por la falta de capacidades debida a la falta de educación o educación inadecuada, falencia en el apoyo social o conocimiento insuficiente del usuario de la tecnología.

[10] Para la compañía de celular un nuevo suscriptor de una línea de celular solamente conlleva un costo de activación, administrativo y de ventas. Un nuevo suscriptor del sistema de cable de TV tiene como costos la instalación en el domicilio y la activación.

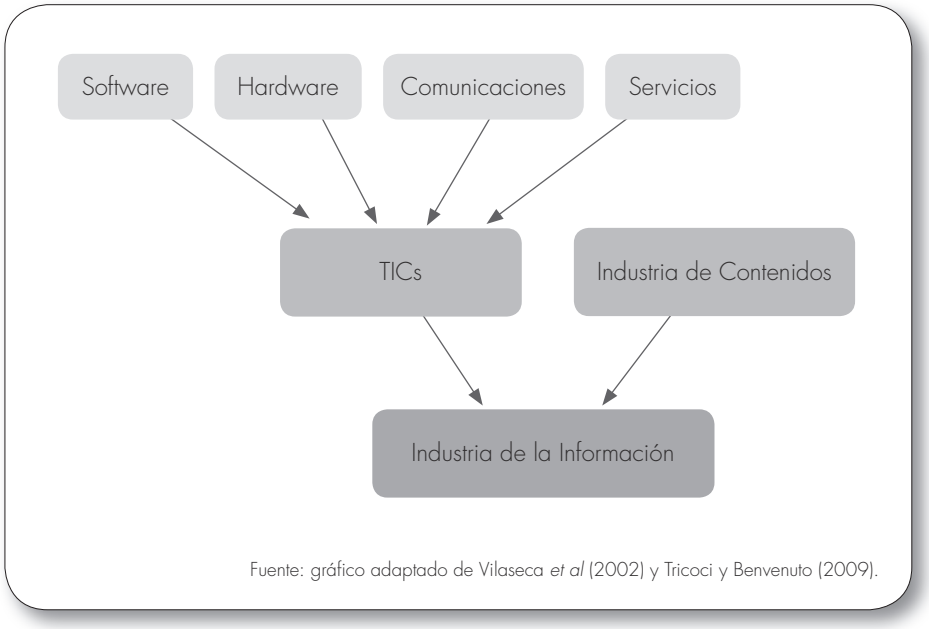
[11] Seguramente si quiero habilitar nuevas zonas tengo la infraestructura adicional y algún crecimiento de la infraestructura central.

- *Acceso para el uso:* puede no tener problemas de acceso mental, material o de habilidades, pero además debe tener oportunidades de uso significativo. Si no tiene posibilidades de uso habitual, su conocimiento se puede volver obsoleto o ser insuficiente para "saltar" la barrera de lo aplicativo.

Existen formas de medir esa brecha digital revelando, cuantificando y analizando las diferencias entre la situación real u observada y la ideal. Hay distintas formas de medir la brecha digital para explicar por qué un sector, país o región tiene problemas de acceso a las TICs. Se pretende cuantificar la diferencia entre quienes tienen acceso a los instrumentos y herramientas de información y su capacidad de utilización, respecto de aquellos que no lo tienen. A modo de ejemplos, citamos la brecha digital internacional y doméstica. La brecha digital internacional se refiere a los diferentes niveles de difusión de la tecnología entre los países. La brecha digital doméstica se refiere a las diferencias hacia el interior de un país, pudiéndose enfocar en los niveles socioeconómicos, educacionales o en su distribución espacial.

1.3 INDUSTRIA DE LA INFORMACIÓN, ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO Y SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

En Tricoci y Benvenuto (2009) se presentan los distintos estadios de evolución desde la industria de la información hasta la sociedad del conocimiento. La primera etapa es la caracterizada por la industria de la información que mostramos en la **Figura 1.4**.



Fuente: gráfico adaptado de Vilaseca *et al* (2002) y Tricoci y Benvenuto (2009).

Figura 1.4
Industria de la información

Este estadio está formado por dos sectores: las TICs y la industria de contenidos. El sector TICs, en el cual nos focalizamos en nuestro libro, consta de cuatro subsectores, software, hardware, comunicaciones y servicios.

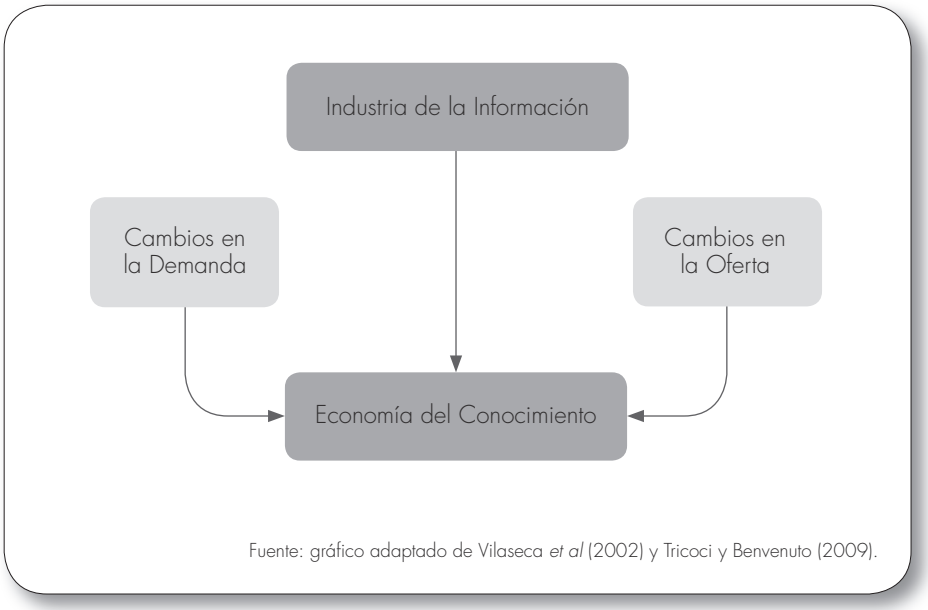
Las innovaciones de proceso y de producto en materia informática y telecomunicaciones han generado la aparición de nuevas actividades productivas –el sector TICs– que, junto con la transformación de la industria de los contenidos tradicionales hacia los nuevos formatos digitales, han dado lugar a este nuevo sector productivo.

Una definición del sector de contenido la presenta Guzmán Cárdenas (2000), quien define a las industrias de contenidos digitales como "todas aquellas actividades productivas relacionadas con la generación, proceso y distribución de contenidos en formato digital". Empresas editoriales (libros, publicaciones), medios de comunicación (prensa, radio, TV), empresas que ofrecen servicios de internet (conexión, hospedaje, desarrollo de webs, marketing, publicidad), empresas de servicios de información profesionales (*brokers* de información, productores de bases de datos), empresas del sector informático (editores de software, desarrolladores de aplicaciones multimedia), operadores de telecomunicaciones (fijas, móviles, cable, satélite); integran el sector de la industria de contenidos, según el autor.

El estadio evolutivo siguiente a la industria de la información se denomina economía de la información (Tricoci, 2008) y es caracterizado de la siguiente forma: "A partir de la década del ochenta se produce un aumento muy significativo de la tasa de creación, difusión y uso del conocimiento. La razón más importante de este impulso es el rápido crecimiento de las TICs. Como fue mencionado anteriormente, su amplia divulgación y uso se produce por la caída de sus precios con relación a sus potencialidades y su conectividad global. Este incremento de su uso permitió una accesibilidad al conocimiento existente impulsando la generación de nuevo conocimiento. Las comunicaciones, por ejemplo, permiten a los investigadores formar y activar redes de vinculación con intercambio de información y conocimiento casi instantáneo (efecto de red)".

La **Figura 1.5** muestra un esquema de la economía del conocimiento.

Figura 1.5
Economía del Conocimiento



Fuente: gráfico adaptado de Vilaseca *et al* (2002) y Tricoci y Benvenuto (2009).

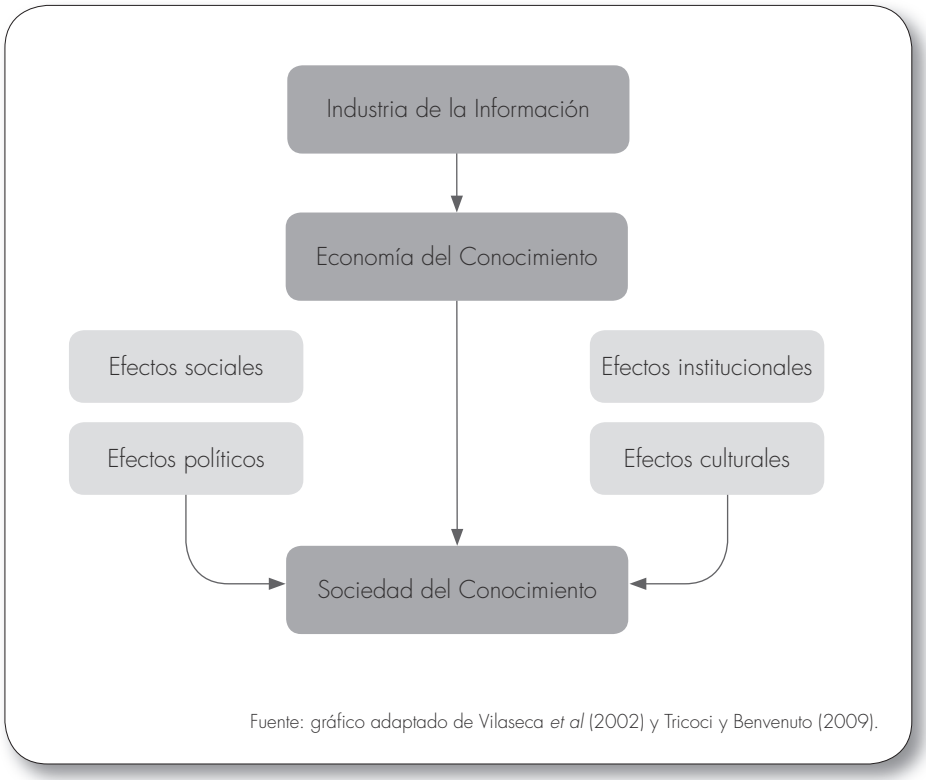
El proceso de globalización requiere diferenciar productos por medio de diseños innovadores, marketing eficiente, buena distribución y reconocimiento de marca. En síntesis, crear una nueva y propia cadena de valor, donde la clave no es necesariamente la producción, sino la innovación y los servicios de alto valor.

La economía del conocimiento ha producido cambios muy significativos, tanto del lado de la oferta como del lado de la demanda. Surgen nuevas formas de producción, de trabajo, de interacción entre empresas, de oferta de productos, de innovación en los diseños organizativos, de búsqueda y selección de personal, de distribución y consumo, de inversión y financiación, y de relaciones internacionales, entre otras.

La sociedad del conocimiento es un estadio superior a la economía del conocimiento.

> "Es el desarrollo social caracterizado por la capacidad de sus miembros (ciudadanos, empresas y gobierno) para obtener, generar, compartir y usar cualquier información y conocimiento. Este proceso no debe tener limitaciones e incluir a la totalidad de los integrantes de la sociedad, logrando mejor calidad de vida, para ellos y las futuras generaciones. Desde ya que esa Sociedad debe desarrollarse en un hábitat y, por lo tanto, es imprescindible tener en cuenta el medio ambiente y su protección" (Tricoci, 2008).

En la **Figura 1.6** se muestra la incorporación de efectos sociales, culturales, políticos e institucionales.



Fuente: gráfico adaptado de Vilaseca *et al* (2002) y Tricoci y Benvenuto (2009).

Figura 1.6
Economía del Conocimiento y sus efectos

El camino hacia una sociedad del conocimiento "inteligente" requiere no sólo poner énfasis en los activos económicos, sino en el desarrollo de los mismos hacia altos niveles de calidad de vida y seguridad. El conocimiento no sólo es un bien económico sino social, y debe apuntar a mejorar la calidad de vida de las personas, producir mejoras en salud, disminuir la pobreza y hacer que el ambiente sea sostenible.

Tricoci (2008) afirma que:

> "… es esperable que en el futuro las TICs se conviertan en un factor cuyo aporte a la productividad en la generación de conocimiento, tienda a ser una constante, quedando solamente la gente como el factor con rendimientos crecientes. La sociedad del conocimiento tendrá al factor humano (su conocimiento tácito, su creatividad y su interacción con la información y las TICs) como único factor de aceleración del crecimiento".

1.4 EL CONOCIMIENTO

Una expresión acuñada en el siglo XIX en la Alemania posthegeliana (Vilaseca *et al.*, 2000) define el conocimiento como "el proceso humano y dinámico que consiste en justificar una creencia personal hacia la certeza". El conocimiento es visto como creencia verdadera adecuadamente justificada, siendo el problema central su justificación.

Se reconoce que es un proceso humano (en tanto que se relaciona con la actividad humana) y que además es dinámico (en tanto que se crea con la interacción de individuos y grupos de individuos).

La humanidad ha hablado del conocimiento durante toda su historia, quizás las diferencias aparecen a partir de la Segunda Guerra Mundial, con el desarrollo de la computación y con las definiciones de Peter Drucker en su libro de 1959 *Landmarks of Tomorrow: A Report of the New Post-modern World*, quien presenta el concepto de trabajadores del conocimiento. Los empleados son actores principales en la gestión del conocimiento y aportan sus conocimientos profesionales al trabajo.

Michael Polanyi (1962) hizo una clasificación del conocimiento en tácito y explícito. El conocimiento tácito es el que la persona tiene incorporado sin tenerlo permanentemente accesible a la conciencia, pero del cual hace uso cuando las circunstancias lo requieren. Es utilizado como instrumento para manipular el fenómeno que se está analizando. Es el estado natural de conocimiento; está constituido por todo lo que no puede ser expresado, articulado o formalizado como las habilidades personales, los procesos habituales y las costumbres. El conocimiento explícito es aquel conocimiento objetivo y racional que puede ser expresado en palabras, oraciones, números o fórmulas. Es el conocimiento que se puede "algoritmizar".

Según Tricoci (2008) existen tres etapas en el ciclo del conocimiento:

- La generación del conocimiento
- La transmisión del conocimiento
- El uso de conocimiento

El cumplimiento del ciclo completo permite a un individuo, organización o país, obtener los beneficios de dicho proceso.

1.5 EL CONOCIMIENTO COMO FACTOR DE PRODUCCIÓN

El conocimiento se ha convertido en un bien y un factor de producción. Los factores de producción clásica son la tierra, el capital y el trabajo. Si dejamos de lado la tierra y nos referimos a bienes industriales, la forma funcional más difundida es:

$$y = f(x) \qquad Y = F(K, L)$$

En esta función, el conocimiento es considerado como una variable exógena que influía sobre la forma de utilizar los factores de producción[12]. Actualmente, el conocimiento pasó a tener un papel central como un factor más de la producción y, por lo tanto, se puede expresar de la siguiente manera:

$$Y = f(K, L, Co)\ ^{13}$$

[12] Tenía impacto en el parámetro "Estado de la Tecnología".

[13] Donde K = Capital, L = Trabajo y Co = Conocimiento.

El conocimiento (Co) en realidad es una suma del conocimiento tácito (Cot) y explícito (Coe) de la organización, es decir:

$$Co = Cot + Coe$$

La producción de conocimiento, como todo bien, tiene su función propia de producción que se representa de la siguiente forma:

$$Qco = f(Lc, K, Co)$$ [14]

1.6 EL CONOCIMIENTO EN LAS ORGANIZACIONES

La era digital y la revolución de las TICs han permitido la difusión masiva del conocimiento. Es el recurso más valioso de las organizaciones modernas, como lo hemos señalado anteriormente. "Las firmas están siendo forzadas a ser innovadoras o preponderantemente innovadoras en productos, procesos y estructuras organizacionales con el fin de que sus nuevos productos generen diferencias más sostenibles y rentas extraordinarias por más tiempo" (Tricoci, 2008).

El mejor uso de la información, la creación de nuevo conocimiento y su aplicación concreta en el proceso de innovación es el objetivo buscado.

Según Davenport y Prusak (1998) "el conocimiento en las organizaciones está embebido, no sólo en los documentos y las bases de datos, sino en las rutinas organizacionales, en los procesos, prácticas y normas". El conocimiento dentro de una firma deber ser administrado y gestionado activamente.

Tres elementos se relacionan en la administración del conocimiento (Tricoci, 2008), según se grafica en la **Figura 1.7**:

- Los procesos de la organización
- Los Recursos Humanos
- Las TICs

En la medida que se aumenta el grado de intersección entre los tres componentes, mejor, más natural (más cultural) y más virtuoso, es el proceso de administración del conocimiento.

Fuente: Guillermo Tricoci. *Las TICs y el conocimiento. Un enfoque económico y de negocios*, Ediciones Cooperativas, agosto, 2008.

Figura 1.7

Interacción de los procesos, los recursos humanos y la tecnología de la información

[14] Donde Qco = Producto conocimiento, K = Capital, Lc = trabajo de conocimiento, Co = Conocimiento.

CAPÍTULO 2

LA **INFORMACIÓN** COMO **RECURSO ESTRATÉGICO**

Los conceptos de datos, información y conocimiento pueden tener algunos puntos de contacto según las opiniones de distintos autores.

Dependiendo de la posición etimológica se pueden definir los datos desde un punto de vista racionalista como "la materia prima en bruto, que puede existir en cualquier forma (utilizable o no) y que no tiene significado por sí mismo" (Bellinger, G. Castro D. y Mills A., 1997), o desde una posición etimológica empirista como "todos los hechos que pueden ser objeto de observación directa" (Schoderbek C. *et al.*, 1990). Independientemente de las diferentes visiones, notamos que los datos no se convierten automáticamente en información, ni mucho menos en conocimiento. O´Brien y Marakas (2006) definen los datos en el mundo de los negocios "como hechos u observaciones sobre fenómenos físicos o transacciones de negocios". En cambio, la información "consiste en datos colocados en un contexto significativo y útil para un usuario final". Laudon y Laudon (2006) definen los datos y la información de manera bastante similar.

Montuschi (2000), siguiendo a algunos autores, dice que "los datos se transforman en información cuando son interpretados por quien los recibe y que la información es descriptiva mientras el conocimiento es predictivo". Agrega que "la información son los datos que tienen valor y que el valor informativo depende del contexto". Mientras no se ubican los datos en el contexto apropiado no se convierten en información y si el contexto desaparece, también lo hace la información. Los datos son de valor escaso y no aportan a la reducción de la incertidumbre en el proceso de la toma de decisiones.

Saroka (2002) también plantea el escaso valor de los datos. Estos no disminuyen el grado de incertidumbre de quien decide, mientras que la información es el significado que una persona le asigna a los datos. Define el dato como "una representación formalizada de entidades o hechos, adecuada para la comunicación, interpretación y procesamiento por medios humanos o automáticos", y la información como "un dato o un conjunto de datos evaluados por un individuo concreto que trabaja, en un momento dado, sobre un problema específico, para alcanzar un objetivo determinado".

Existe una coincidencia bastante extendida de que los datos se convierten en información en tanto son interpretados y adquieren significado. La información requiere ser puesta en contexto y su valoración surge del receptor. Frente a la afirmación "el número 38 es un dato" pueden existir múltiples significaciones: 38 grados de temperatura tiene una relevancia distinta a 38 grados de temperatura ambiente en un mes de otoño, en un país no tropical. Distintos contextos pueden producir distintas significaciones.

Veamos ahora la relación entre la información y el conocimiento, en por lo menos dos enfoques:

- Casi toda la información es conocimiento (Cowan *et al.*, 2000) y, por ende, mayor información implica necesariamente mayor conocimiento.
- Existen diferencias entre información y conocimiento, describiendo la producción de conocimiento como un proceso complejo, que no necesariamente responde a un aumento de información (Johnson *et al.*, 2002).

Ikujiro y Philippe (2000) definen la información como "un flujo de mensajes, mientras que el conocimiento se crea precisamente mediante este flujo de información, anclado a las convicciones y el compromiso del sujeto". Machlup (1983) señala que "la información puede añadir, reestructurar o cambiar el conocimiento". Tomemos un ejemplo: pensemos en un grupo de investigadores que inician un proyecto de investigación con algunas hipótesis de trabajo. Durante el desarrollo del proyecto procesan una gran cantidad de información. Como resultado del procesamiento de simulaciones encuentran varias correlaciones referidas a las hipótesis planteadas. En la medida que puedan justificar alguna de las hipótesis con evidencias concretas habrán llegado a nuevo conocimiento.

2.1 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

La Teoría de Sistemas es una rama de la Teoría General de Sistemas que fue formulada por el alemán Ludwig von Bertalanffy en varios trabajos a lo largo de su vida. Su formulación pretende la producción de teorías o metodologías que puedan ser aplicadas a la realidad empírica. Promueve una integración e interrelación de las ciencias sociales y naturales. Von Bertalanffy, quien se interesó desde sus comienzos por la biología, llevó los conceptos de la misma a la explicación del funcionamiento de los sistemas en general[15].

La teoría general de sistemas propugna que las propiedades y características de un sistema no pueden ser descritas como partes o elementos separados, sino que se deben comprender a partir de su globalidad. De aquí la definición de sistema: un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados, de modo tal que producen como resultado algo superior y distinto a la simple agregación de los elementos.

Se plantean por lo menos tres premisas fundamentales:

- Cada sistema está incluido en un sistema mayor.
- Los sistemas son abiertos. Cada sistema que se examine, excepto el menor o mayor, recibe y descarga algo en los otros sistemas, generalmente en los contiguos. Los sistemas abiertos se caracterizan por un proceso de cambio infinito con su entorno, o mejor dicho con los otros sistemas.

[15] George Braziller, *General System theory: Foundations, Development, Applications*, Nueva York, 1976. Hay varios documentos referidos a la teoría general de sistema de la década del 50 y el libro que lleva ese nombre fue publicado en 1968.

- Las funciones de un sistema dependen de su estructura[16].

Según Saroka R., en un sistema existen elementos, relaciones y objetivo. Veamos cada uno de ellos con mayor detalle:

- Los elementos o partes que conforman un sistema pueden ser humanos o mecánicos, tangibles o intangibles, estáticos o dinámicos.
- Las relaciones entre los elementos son las que hacen que todo sistema sea complejo. La importancia de las relaciones, tanto en el análisis y el diseño como en el comportamiento del sistema, es fundamental.
- El objetivo constituye la razón de ser de un sistema.

2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El concepto de sistemas y su modelización son imprescindibles para el mundo de las organizaciones (y en muchos otros ámbitos). James C. Emery señala que "El hecho de que los sistemas que nos rodean sean sistemas o que sólo se perciban como tales no tiene mayor importancia. En forma universal, el hombre piensa en términos jerárquicos (problemas y subproblemas) como una manera de reducir su mundo complejo a entidades más fáciles de abarcar para su mente. Si los sistemas no existieran, sería imprescindible inventarlos".

Los sistemas de información fueron definidos por distintos autores de manera bastante similar.

Laudon (2002) define a los sistemas de información como un conjunto de partes interrelacionadas que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir la información para apoyar las decisiones y el control de una organización (**Figura 2.1**). Los componentes de un sistema de información, según la definición anterior, son:

- *Captura:* se refiere a la forma en que se realiza la toma de los datos, que es el insumo básico del proceso.
- *Procesamiento:* es el proceso de transformación del insumo (al cual pueden agregarse los datos almacenados) para obtener algo que tenga significado para los destinatarios del sistema. Si este proceso no está explicitado o es desconocido, nos encontramos ante un esquema de caja negra, en el cual conocemos las entradas y salidas, pero no las características internas del proceso de transformación.
- *Almacenamiento:* los datos captados o transformados pueden ser guardados en soportes de almacenamiento para su reutilización en procesamientos posteriores.
- *Distribución:* el resultado del procesamiento (la salida) se pone a disposición de quien lo requiere. Esta disposición debe cumplirse en el tiempo y forma prevista (cualidad de la información referida a la oportunidad) con el fin de que sea de utilidad para la toma de las decisiones.

La interrelación de los componentes tiene como fin la toma de decisiones. Está presente también el concepto de sinergia. Si bien un sistema es un conjunto de partes que se interrelacionan, esa interacción hace que el total sea mucho mayor que la simple suma de la partes y de allí la importancia del estudio de las relaciones.

[16] Para los sistemas biológicos y mecánicos esta afirmación es intuitiva.

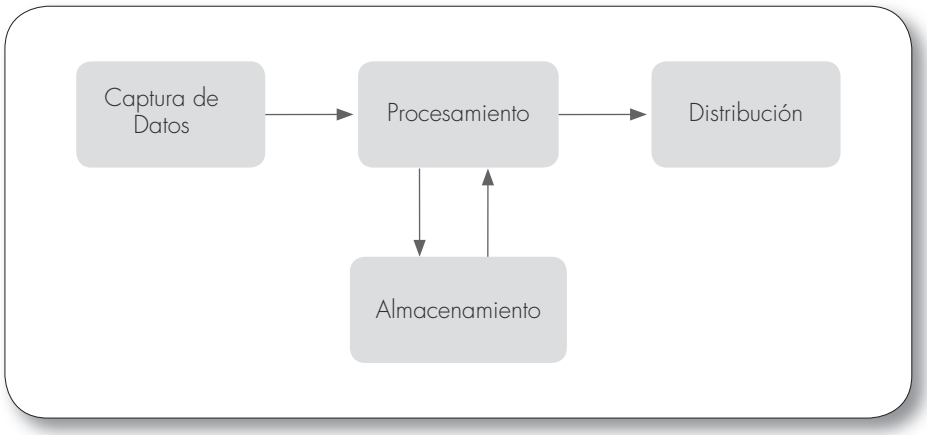


Figura 2.1
Componentes de un sistema

Saroka (2002) define los sistemas de información como un conjunto de recursos humanos, materiales, financieros, tecnológicos, normativos y metodológicos; organizado para brindar, a quienes operan y a quienes adoptan decisiones en una organización, la información que requieren para desarrollar sus respectivas funciones. Aplica el concepto de sistema a la organización y con las siguientes características:

- *Sistema social:* es hecho por el hombre.
- *Abierto:* está influido por el contexto e influyendo en él.
- *Orientado:* apunta a un comportamiento dirigido, no errático.
- *Complejo:* está formado por múltiples relaciones de características distintas.

En las organizaciones existe una relación directa entre la eficiencia y eficacia, y la capacidad de la organización para detectar cambios en su funcionamiento, uso de los recursos de la organización y en el contexto en la cual se encuentra integrada (opera como un sensor que detecta por distintos mecanismo los cambios). Los sistemas de información deben ser los sensores de los cambios y suministrar los nuevos cursos de acción que se adecúen a la nueva realidad, maximizando el cumplimiento de los objetivos de la organización.

La caracterización de los sistemas de información, por elementos componentes, reúne los siguientes aspectos:

- Hardware
- Software
- Administración de datos
- Comunicaciones
- Procedimientos administrativos
- Políticas
- Funciones
- Personas
- Recursos financieros

De la enumeración anterior surge que los cuatro primeros componentes (hardware, software, administración de datos y comunicaciones) son parte muy importante de los sistemas de información, pero no el todo. Si bien los sistemas de información en la actualidad están soportados por las TICs, es relevante no pensar sólo en estos componentes. Los sistemas de información existieron antes de las computadoras, ahora es invalorable el impulso que los componentes mencionados tuvieron producto de la era digital y la revolución de las TICs. Las TICs han potenciado de tal manera la capacidad,

velocidad y masificación del procesamiento de los datos que es impensable visualizar los sistemas de información sin estos componentes. Los sistemas de información existen para ayudar y encontrar los objetivos que tiene que llevar a cabo una organización. La tecnología informática hace posible llevar a cabo las metas organizacionales. El conjunto permite mejorar el círculo virtuoso de la acumulación y mejoramiento del conocimiento organizacional.

2.3 LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Cuando nos referimos a tecnologías en forma amplia apuntamos a las metodologías, técnicas, conocimientos y procesos que nos permiten el diseño y la construcción de algún objeto. En términos científicos es el uso del conocimiento que posibilita la definición de procedimientos por lo cuales se obtiene un funcionamiento reproducible.

En muchos casos los conceptos, sistemas de información y tecnologías de la información, suelen usarse en forma indistinta. Como hemos mencionado en los puntos anteriores, mientras los sistemas de información existen para ayudar y encontrar los objetivos que tiene que llevar a cabo una organización, la tecnología informática facilita el logro de las metas organizacionales. El conjunto de sistemas de información con tecnología de la información permite mejorar el círculo virtuoso de la acumulación y mejoramiento del conocimiento organizacional. En puntos anteriores nos hemos referido en forma extensa a los sistemas de información, por lo tanto, aquí profundizaremos en las tecnologías de la información.

O`Brien y Marakas hacen una clasificación en cuatro tipos de tecnologías referidas al hardware, al software, a las comunicaciones y a la administración de recursos de información. Estas tecnologías son las que conforman la arquitectura de una organización.

Las tecnologías de la información del hardware comprenden a todos lo elementos físicos, como procesadores de distintos tamaños, desde micros a procesadores grandes (tipo *mainframe*) y los dispositivos de entradas y salidas necesarios para realizar captura, procesamiento, almacenamiento y distribución de datos e información.

Las tecnologías de la información del software se refieren a los distintos tipos de software, de base o sistemas operativos, lenguajes aplicativos, de administración y generación de aplicaciones, navegadores de Web y de usuario final (planillas de cálculo, procesadores de texto, agendas electrónicas, entre otros). Mientras que el hardware refiere a los medios físicos necesarios para el ciclo de captura, procesamiento, distribución y almacenamiento, el software es la lógica que permite el funcionamiento del hardware.

Las tecnologías de la información de redes de comunicaciones refiere a los medios, dispositivos (hardware de comunicaciones) y software necesarios para comunicaciones en modo local o a distancia, por cable o en forma inalámbrica, de dispositivos fijos o móviles, por medio de internet o por medio de redes privadas (basadas en internet, como intranet o extranet, o en otra arquitectura).

Las tecnologías de la información de la administración de datos se refieren a los sistemas de administración de bases de datos. Estos permiten la organización, acceso y mantenimiento de los datos de la organización.

2.4 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y SU EVOLUCIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

Proponemos en este punto, una forma de caracterizar la evolución de las organizaciones en función del desarrollo de la cultura digital. Tricoci (2008) plantea tres estadios evolutivos del nivel de complejidad en la cultura de las TICs[17].

- *Estadio 1:* focalización en la generación de registros.
- *Estadio 2:* análisis de la información.
- *Estadio 3:* se caracteriza por el trabajo cooperativo y el desarrollo innovador.

En el estadio 1 la tecnología de la información es usada para el registro y la automatización de procesos en el estado en que se encuentran. Existe una visión de la tecnología como una forma de continuar haciendo las mismas cosas, tomando el uso de la tecnología para automatizar tareas existentes. El valor de los sistemas está dado por el costo de reemplazo del método de procesamiento anterior, la disminución de tiempo en la obtención de resultados y la potencial asimilación de volúmenes adicionales de transacciones sin que se incremente el costo de su procesamiento.

En el estadio 2 se reconoce el valor de la información en la toma de decisión en todos los niveles organizacionales. Se comienza a percibir la tecnología como un vehículo para el aprendizaje organizacional. Se provee información sobre el desenvolvimiento de las operaciones. Se usa la tecnología para detectar problemas en los procesos. La organización tiene claro el problema que produce el uso de la tecnología sin una visión integral (visión desde los sistemas de información). Aplicar tecnología a un mal proceso puede empeorar la situación. Se reconoce la información como un activo de la organización y por ese medio puede convertirse en un elemento generador de valor.

En el estadio 3, las TICs son consideradas un facilitador estratégico. Se usa la tecnología para conducir el planeamiento estratégico en una organización y los SI son usados para llegar a cabo la estrategia organizacional. Existe clara percepción de los beneficios del trabajo cooperativo y de la gestión del conocimiento, y la tecnología de la información es colocada en el rol de facilitador. La información y la gestión del conocimiento son recursos estratégicos, por lo tanto, se asume que deben ser planeados, administrados y controlados. La organización ya reconoció el valor de la información como un activo, pero ahora percibe su valor de uso y la potencialidad de la misma. Participa del proceso de innovación y creatividad.

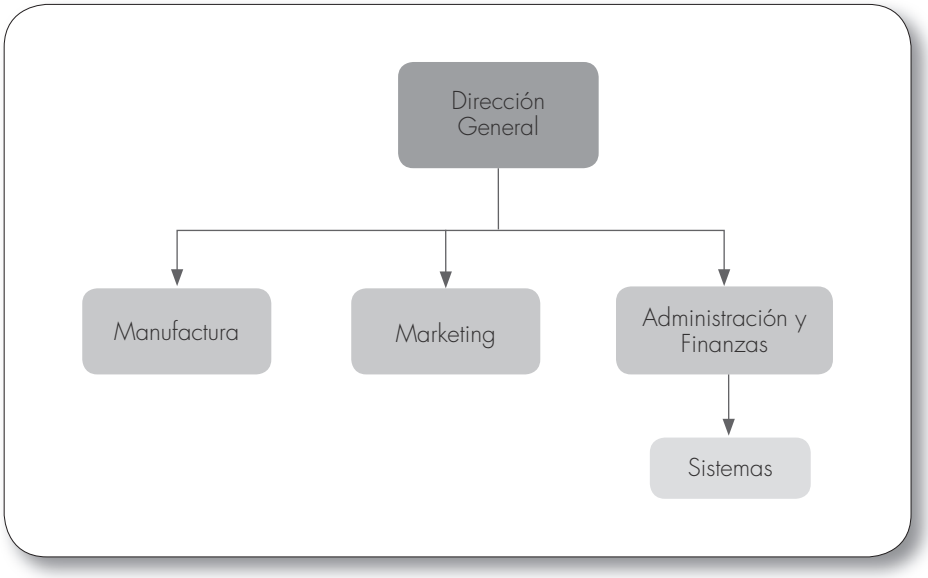
¿Existe alguna manera a través de la cual podamos reconocer el estadio cultural o evolutivo en el cual se encuentra una organización? Seguramente hay varias, pero una muy evidente está dada por dependencia jerárquica que tenga la función de sistemas dentro de esa organización. Los tres estadios anteriores se pueden correlacionar con importancia del área de sistemas en la estructura organizativa. Cada uno de ellos encuentra la función en diferentes posiciones del organigrama y con diferente peso informal.

En el estadio 1 podemos encontrar al área de sistema dependiente de una gerencia de Administración y Finanzas, y encarando proyectos de interés sólo para dicha área. En muchos casos la organización percibe los sistemas y la tecnología de la información como necesarios ("nuestros competidores los tienen"), pero se los asume como un gasto y, por lo tanto, se tiene la premisa de mantenerlo en límites muy acotados. Usualmente un esquema de organización típico es el representado en la **Figura 2.2**:

[17] El planteo de Tricoci es una función de costo total a partir del nivel de complejidad de TICs.

Figura 2.2

Ejemplo del esquema de organización del estadio 1

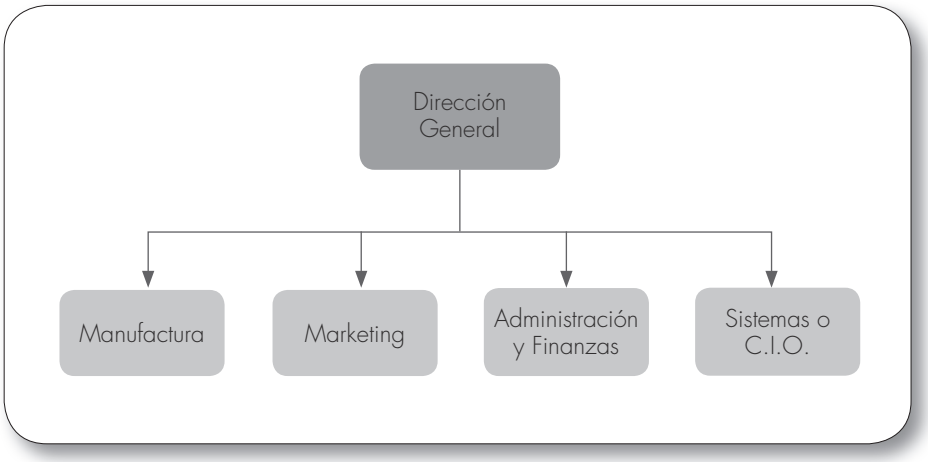


Hay otras variantes para caracterizar este estadio, pero también, y muy frecuentemente en las organizaciones de tamaño chico, nos encontraremos con que no existe un área de sistema en la organización y que su función está totalmente tercerizada.

El estadio 2 puede encontrar a la función de SI como una gerencia, en casos dependiendo del gerente general, pero con un poder formal muy inferior a las otras gerencias del mismo nivel. Los proyectos exceden los temas administrativos. Apoya a las otras gerencias e incluso pueden haber grupos de sistemas dentro de otras gerencias, pero funcionalmente supervisadas por la gerencia de Sistemas. Las alternativas se representan en las **Figuras 2.3** y **2.4**:

Figura 2.3

Ejemplo 1 del esquema de organización del estadio 2



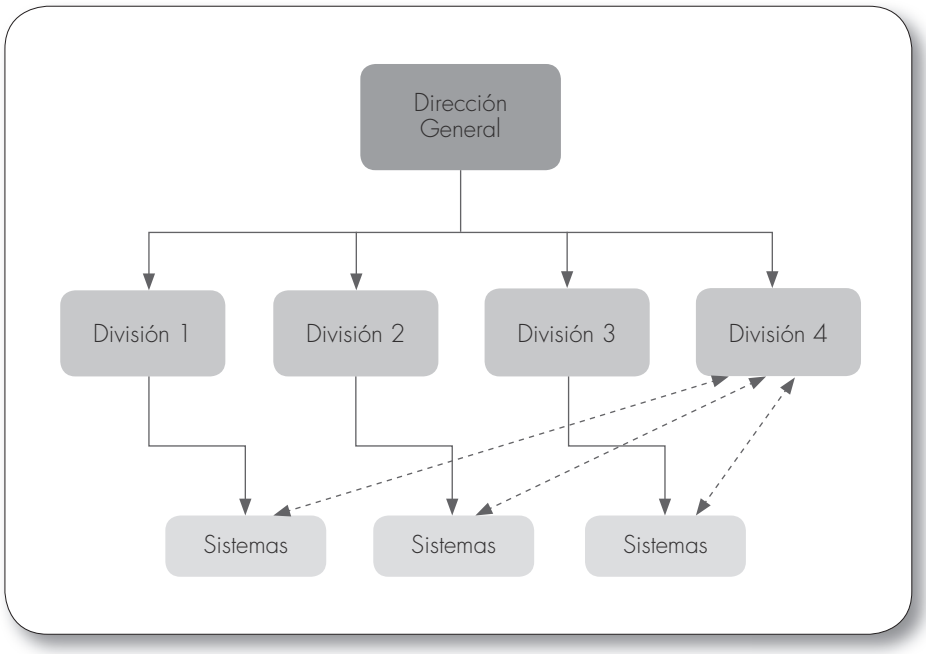


Figura 2.4

Ejemplo 2 del esquema de organización del estadio 2

El estadio final encuentra la función formando parte del directorio y a la organización reconociendo su aporte a la generación de valor. El responsable de SI es el CIO (*Chief Information Officer*).

Otra forma de detectar el estado evolutivo es a partir de qué tipo de SI se desarrollan.

El estadio inicial encuentra el desarrollo de SI operacionales, de base o de apoyo a la administración. Luego se agregan los SI de trabajo del conocimiento y los SI de apoyo a la toma de decisiones. Finalmente, se desarrollan los SI gerenciales y los de inteligencia artificial.

2.5 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN, LOS DISTINTOS TIPOS DE DECISIONES Y LOS NIVELES DE LA ORGANIZACIÓN

Cuando nos referimos a distintas definiciones de los sistemas de información en el Punto 2.3, en casi todos los casos pudimos ver que su existencia se apoya en la toma de decisiones. Pero en una organización se toman distintos tipos de decisiones y de distintas características según el nivel en el cual se encuentra el decisor. Si las decisiones pueden ser distintas, los sistemas de información que las apoyan o directamente las toman (sistemas expertos) también tienen características diferentes. Si bien en el Capítulo 4 de la Parte II de esta obra se realizan distintas clasificaciones de tipos de sistemas, aquí vemos una relación primaria de los sistemas con el tipo de decisiones y los niveles organizacionales. Es bien conocido en el ámbito de la Administración el esquema de la organización planteada como una pirámide. En la **Figura 2.5** mostramos tres niveles de decisiones.

Figura 2.5
Niveles de decisión

En cada nivel tenemos decisiones de diferentes características. En términos generales podemos decir que en el nivel inferior las características de las decisiones son estructuradas. En el nivel medio las decisiones son semi-estructuradas (puede existir para cierto caso un cierta estructura y en otros no). En el nivel superior son directamente no estructuradas. En general, el nivel de estructuración de las decisiones decrece a medida que se asciende en la organización. En la medida que las decisiones son estructurables, pueden ser estandarizadas y, por lo tanto, pueden tener procesos automatizados.

¿Qué pasa con los sistemas de información que por definición tienen como objetivo mejorar la toma de decisiones?

Las decisiones del nivel operativo son para llevar a cabo las tareas especificadas por las gerencias y las rutinas para concluir y utilizar recursos (criterios de decisión de bajo nivel o programados). Son una parte fundamental de este nivel de los procesos de negocios operativos. El apoyo a los procesos de negocios viene dado por la mayor automatización de las tareas que tiene que ver con las operaciones básicas y con el fin de que las mismas sean controlables y eficientes. Definimos un proceso como un conjunto de tareas o actividades que tiene como objetivo el cumplimiento de una meta. Un proceso de negocios tiene como objetivo el mejoramiento de rendimiento de los distintos servicios y con el fin de agregar valor a la operación de la organización. Las tareas son realizadas por distintos departamentos o áreas funcionales. Los procesos de negocio en una organización son la secuencia preestablecida de tareas o actividades donde intervienen distintos departamentos o funciones (distintos roles de trabajo), que se ejecutan en un orden y que tienen por objetivo asegurar el objetivo planteado. Los sistemas de información deben integrar sectores, "derrumbar muros", optimizar procesos y hacer que la información sea compartida. A nivel operativo las decisiones son automatizables. Un ejemplo de este sistema puede ser la toma de decisión de la aprobación o no de pedidos de clientes. Dado el procesamiento de un pedido de clientes, el proceso decide por un conjunto de reglas lógicas preestablecidas si dicho pedido es aprobado o rechazado.

Las decisiones de control del negocio o control administrativo tienen por objetivo el seguimiento referido a la utilización eficiente y eficaz de los recursos y de las unidades operativas. En este caso los sistemas deben ayudar a los gerentes a tomar las mejores decisiones con información útil. Por ejemplo, las decisiones sobre qué rutas aéreas

debería dejar de volar o en cuáles aumentar las frecuencias de vuelos, con el objetivo de mejorar la rentabilidad de una firma aérea. Este tipo de decisiones requieren gran procesamiento de información de los sistemas operativos o de base, pero, además, de modelos de evaluación de distintos escenarios. En la medida que ascendemos en la pirámide organizacional los sistemas son un apoyo para el decisor al proponer indicadores de desvíos (información por excepción), o escenarios de alternativas distintas, donde el decisor humano elige en función a su criterio la más conveniente.

La toma de decisiones sobre la gestión del conocimiento tiene en cuenta, principalmente, la evaluación de las nuevas ideas para productos y servicios, la manera de comunicar nuevos conocimientos y distribuir información. Los sistemas de administración del conocimiento y de trabajo cooperativo son ejemplos de sistemas que ayudan a este tipo de decisiones.

En el caso de la toma estratégica de decisiones, el foco está puesto en la determinación de objetivos, recursos y políticas a largo plazo. Pretende encontrar ventajas competitivas. Los sistemas de este nivel implican no sólo el procesamiento de fuentes internas de informaciones, sino de abundante información del contexto (competencia, de la industria, del país, entre otras).

2.6 IMPACTO DE LA GLOBALIZACIÓN Y LA RED DE REDES

Veamos ahora qué está pasando con el medio (contexto) en el cual interactúan las organizaciones.

El proceso de globalización generó concentración económica en muchos sectores, procesos de desregulación económica, integración de bloques de países, mayor competencia entre empresas y/o países, el comercio electrónico y muchos otros fenómenos. La aparición y meteórico crecimiento de la red de redes, internet, el crecimiento espectacular de las industrias TICs, las empresas "puntocom", entre otras, generan todo un nuevo contexto de negocios y un cambio muy fuerte en el método y su forma. Hoy tenemos clientes y proveedores en lugares lejanos y hasta con oficinas virtuales, donde los empleados de una misma oficina pueden no compartir el mismo techo. Los negocios electrónicos crecen de una forma fenomenal. Hacer negocios hoy requiere de un umbral de tecnología. Y este umbral es cada vez más alto y, en algunos sectores, ya opera como una barrera de entrada.

Los sistemas de información dentro de este nuevo contexto potencian su rol como arma competitiva. La tecnología de la información tiende a la masificación y muchos de sus componentes se han convertido en verdaderos *commodities*. El impacto de la revolución de la información en la generación de ventajas competitivas afecta de varias formas:

- Los cambios en las estructuras industriales que impactan en las reglas de competencia.
- Las nuevas posibilidades de generar ventajas respecto a los rivales.
- Aparecen muchos nuevos negocios, incluso dentro de las estructuras existentes de las firmas.

Las economías de redes han producido cambios muy fuertes en las organizaciones. El comercio electrónico modificó la manera de vender y disminuyó los costos de transacción de todos los actores.

Miremos, por ejemplo, el caso de un comprador de una empresa que debe realizar la compra de un insumo nuevo. Hace una década debía realizar la búsqueda de proveedores, solicitar los catálogos y condiciones, pedir las cotizaciones y quizás recotizaciones. Finalmente, se realizaba la licitación y luego se cerraba la compra. Todo

este proceso llevaba muchos días o semanas y generalmente lograba incluir una muestra poco significativa de la oferta del mercado que consultaba. Los costos de adquirir información (los economistas los denominan costos de transacciones) representan lo que me cuesta acceder a la información razonable (en cantidad y calidad) para tomar una decisión con el menor grado de incertidumbre. Hoy, estos costos son mucho más bajos porque dispongo, en muchos casos, de la información en internet y de comunicaciones muy rápidas. Se han disminuido notablemente los tiempos de muchas de las actividades del proceso de adquisición. Tengo disponible no sólo a los proveedores del país, sino a los de todo el mundo. Hoy puedo comprar y pagar por la red.

Otro ejemplo es el referido a las firmas aéreas. Tienen hoy la posibilidad de vender pasajes por remates hasta minutos antes de salir un vuelo[18]. Existe gran cantidad de personas que están dispuestas a esperar un buen precio de pasaje para viajar estando disponibles para abordar un avión cuando consigan dicho precio, y otras que están dispuestas a pagar precios superiores a los normales por tener pasajes con anticipación. La tecnología de redes les permite a las aerolíneas ser un medio eficaz para imponer sus políticas de discriminación de precios casi perfecta[19].

2.7 LA ESTRATEGIA COMPETITIVA Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

En 1980 y 1985, Michael Porter presenta dos libros que tuvieron un impacto muy grande en el ámbito de la administración de los negocios: *Competitive Strategy* y *Competitive Advantage*.

En el primero de ellos presenta su modelo de las fuerzas competitivas. Visualiza a la empresa enfrentando una serie de amenazas y oportunidades externas. El exterior presenta retos de nuevos entrantes a su mercado, presiones de los bienes y servicios sustitutos de sus productos, las negociaciones con proveedores y clientes, y el posicionamiento de sus competidores. Para enfrentar las amenazas y aprovechar las oportunidades se eligen las mejores estrategias, considerando las fuerzas y debilidades internas (éstas son variables controlables por la organización). El modelo clásico de Michael Porter presenta las cinco fuerzas competitivas que forman la estructura de competencia de una industria (ver **Figura 2.6**). Ellas son:

- Los competidores
- Los nuevos participantes de la industria y sus mercados
- Los productos sustitutos
- El poder de negociación de los clientes
- El poder de negociación de los proveedores

Las empresas para subsistir o crecer en sus negocios pueden desarrollar distintas estrategias básicas para pelear el mercado, tales como:

- Diferenciar productos
- Innovación
- Diferenciación orientada (creación de nuevos nichos de mercado)
- Realizar alianzas con competidores y proveedores
- Promover liderazgo de costos

[18] Por supuesto que tienen sistema de reservas, *check-in*, confirmaciones y demás, todo en línea y a disposición de los clientes.

[19] Hal R.Varian, *Microeconomía intermedia*, Antoni Bosch Editor, Barcelona, 1993.

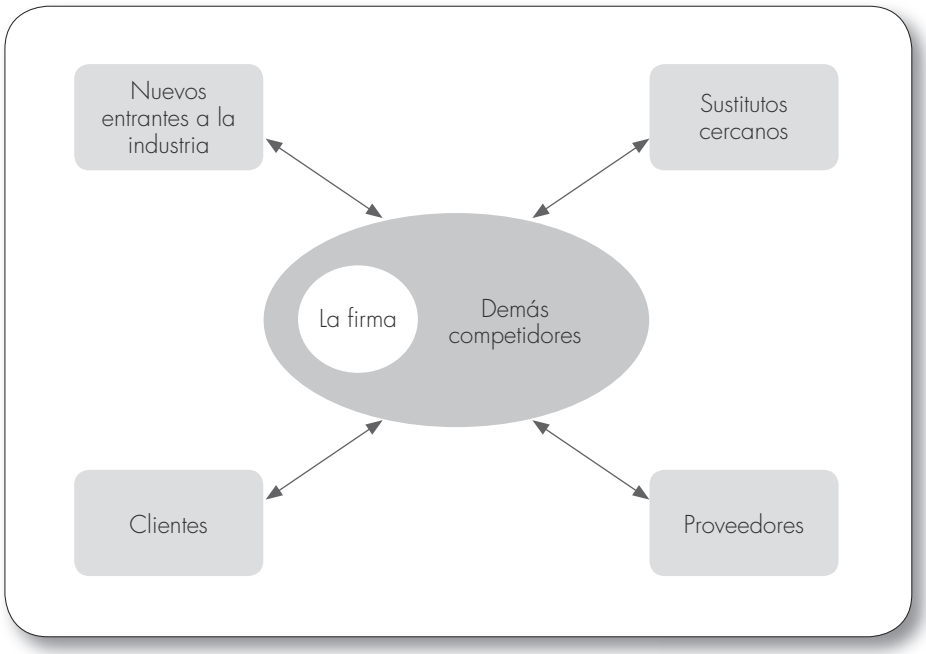


Figura 2.6
Las 5 fuerzas competitivas

En términos generales, los SI y, en especial, las TICs tienen influencia en las estrategias descritas. Veamos algunos ejemplos.

En el caso del liderazgo de costo, las TICs son un herramienta fundamental para la reducción de costos en los procesos de las firmas y de sus clientes y proveedores. En el caso de las compañías aéreas de bajo costo, tienen un alto grado de sistematización de sus procesos de administración de ventas, cobranzas, *check-in*, entre otros, en todos los casos con sistemas donde el cliente puede realizar gran parte de las operaciones en forma *online* por medio de internet y, en muchos casos, no existen formas de procesamiento manual o canales alternativos a los presentados. Estas firmas tiene un alto grado de estandarización de todos sus procesos (tienen los mismos tipos de aviones, para simplificar en stock de repuestos, planes de mantenimiento, permutar aviones asignados a distintas rutas para minimizar retrasos, por mencionar algunos).

En el caso del desarrollo de alianzas, el uso de las TICs puede permitir crear vínculos virtuales u organizaciones virtuales, compartir sistemas o tener un alto grado de integración de los mismos.

Como estrategia de crecimiento, las TICs permiten realizar economías de escala donde la replicación de modelos de gestión posibilita la mejor distribución de costos o ganancias de productividad cuando estos modelos se aplican a otras organizaciones (compradas o fusionadas). Pensemos en un caso en que una firma de servicios tiene un costo de operación unitaria que está por debajo del promedio de la industria. En un proceso de adquisiciones se puede incorporar a otra firma del mismo mercado, que tiene un costo de operación unitario superior al promedio. Al fusionarse, la controlante le aplica sus modelos de gestión y produce mejoras en su rentabilidad (ganancias por reducción de costos) que, en muchos casos, pueden pagar parte de la inversión inicial necesaria para la adquisición. Además, luego de la adquisición e instalación de su modelo de negocios en la firma adquirida, estará bajando el costo de operación unitario promedio de esa industria y creando una nueva barrera para nuevos entrantes e incluso inquietando a los demás competidores.

En la estrategia por innovación, las TICs pueden ser de gran utilidad. La innovación puede realizarse sobre productos o sobre procesos. Los sistemas de administración de

conocimiento pueden ser facilitadores de la generación, transmisión y uso de nuevo conocimiento. Las TICs aportan la infraestructura para un clima propicio para la innovación a costos razonables y mejorando la velocidad de desarrollo e implementación. Tomemos como referencia la industria farmacéutica, donde la generación de nuevas drogas terapéuticas es la base del negocio. Las TICs pueden ayudar en las distintas etapas del ciclo de vida de desarrollo de nuevas drogas, permitiendo acortar los tiempos para su puesta en producción y su llegada al mercado.

En el caso de la estrategia de diferenciación, las TICs pueden facilitar la implementación de características nuevas en productos y servicios, o su focalización en nuevos nichos de mercado donde puede ser un vehículo para penetrar éstos.

Se pueden plantear ejemplos de sistemas que pueden ser útiles a más de una estrategia. Por ejemplo, un sistema de seguimiento de los inventarios en los puntos de venta, para el caso de una firma que se dedica a la confección de ropa, puede ser parte de una estrategia de crecimiento y de diferenciación. Aporta a la estrategia de crecimiento porque la presencia de los productos de la firma puede desplazar a otros y así ganar participación de mercado. Aporta a la estrategia de diferenciación, donde el efecto moda es muy fuerte, le permite tener disponibles todos sus productos en los puntos de venta, relocalizar inventarios rápidamente en función a las ventas de sus minoristas, planificar su producción futura y manejar las rebajas de precios para liquidaciones.

En una visión más simplificada referida a las distintas estrategias y a su influencia en el cuadro de resultados de las firmas, podemos decir que hay diferencias por mejoras de costos o productividad, que afectan los ítems de costo y gastos, y diferencias de productos y servicios nuevos, existentes mejorados, innovadores o no, que afectan preferentemente la línea de los ingresos.

¿El modelo de Porter de las fuerzas competitivas de la década de los ochenta sigue aún vigente? Porter en "Strategy and the Internet" del *Harvard Business Review* (2001) pone énfasis en que el modelo tradicional sigue vigente, pero la rivalidad competitiva se ha incrementado fuertemente. En un momento se había instalado un nuevo paradigma (pseudoparadigma), que si bien no estaba formalizado, se lo podía plantear sobre la siguiente base:

> "El proceso de modernización y adecuación de las firmas a las "nuevas reglas de juego de la globalización" se reducía a una inversión reducida de TICs y con ello se conseguía la posibilidad de incluirse en el comercio mundial. Esta idea eliminaría los problemas de competitividad producidos por el tamaño de las firmas e incluso por su localización geográfica. La importancia de tamaño y las escalas, dejarían de ser relevantes".

Según afirman Peirano y Suárez (2006), estos análisis y proyecciones no tuvieron un enfoque sistémico del cambio tecnológico. Se le quitó importancia a la relación de las TICs y los marcos culturales y económicos donde se la pretendía incluir. Por lo tanto, la introducción de las TICs a modelos y sistemas existentes no fue sencilla, y no se alcanzó con lo proclamado en el paradigma anterior.

Laudon (2004) plantea que la presencia de internet ha afectado la estructura industrial en algunos sectores al permitir competir solamente por precios y permitir la entrada de nuevos competidores. Por otra parte, también ha reducido los niveles de utilidad por la disponibilidad de mayor información, que permite a los clientes realizar compras con mayor cantidad de información sobre los ofertantes y aumentando su capacidad de negociación. En otros casos, la tecnología ha provocado modificaciones en la definición de una industria; un ejemplo son las universidades que ahora tienen como competencia a otras universidades con cursos a distancia, cursos universitarios de *e-learning*, etcétera.

En el año 2003, Nicholas Carr publica un artículo en la *Harvard Business Review* con el título de "IT doesn´t matter"("La Tecnología de la Información no importa"). Este

artículo, luego de provocar un gran revuelo en la profesión donde hubo más críticos que adeptos, planteaba que "lo que hace a un recurso verdaderamente estratégico, lo que le da la capacidad básica para sostener una ventaja competitiva, no es su ubicuidad (capacidad de amoldarse a distintas formas) sino la escasez. Uno gana sobre los rivales cuando hace algo o tiene algo que ellos no hacen o no tienen. Pero hay funciones núcleo de las TICs –almacenamiento, procesamiento y transporte de datos– que están disponibles y accesibles para todos. Se están transformando de potenciales recursos estratégicos en factores de producción. Se están convirtiendo en costos para realizar negocios que deben ser pagados por todos, pero que no le dan diferencia a ninguno." El planteo de Carr es muy atendible pero deja de lado la posibilidad que las condiciones endógenas de una organización puedan generar condiciones diferenciales a partir del mejor uso o aprovechamiento de la tecnología. De hecho, la tecnología por sí no genera valor estratégico, sino su uso dirigido a una estrategia de la organización. Por lo cual, la función estratégica no está aislada del resto de las funciones de la organización y de su capital intelectual.

Las TICs no son algo separado de la organización de las firmas modernas, son parte integrante de las mismas. Según Marcau (2004) "las TICs no se superponen a las redes, son parte integrante de las redes. Las estrategias, los criterios operativos y las fórmulas organizativas deben pensarse en conjunto e integradamente con la estrategia y uso de las TICs. Las incoherencias han sido, son y serán fatales".

2.8 LA CADENA DE VALOR. EL VALOR DE LA INFORMACIÓN EN LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS

El modelo de la cadena de valor (*Value Chain*), de Porter, muestra a la empresa como una serie o cadena de tareas o actividades básicas que van agregando valor al producto final. Las actividades pueden ser de dos tipos: actividades primarias o de apoyo. Las actividades primarias son las relacionadas con el abastecimiento, producción y distribución y son las necesarias para el desarrollo del producto o servicios objetivo de la organización. Las actividades de apoyo son las que proveen la infraestructura y soporte a las actividades primarias. Tal es el caso de las funciones de recursos humanos, tecnología, administración y contaduría, entre otras (**Figura 2.7**).

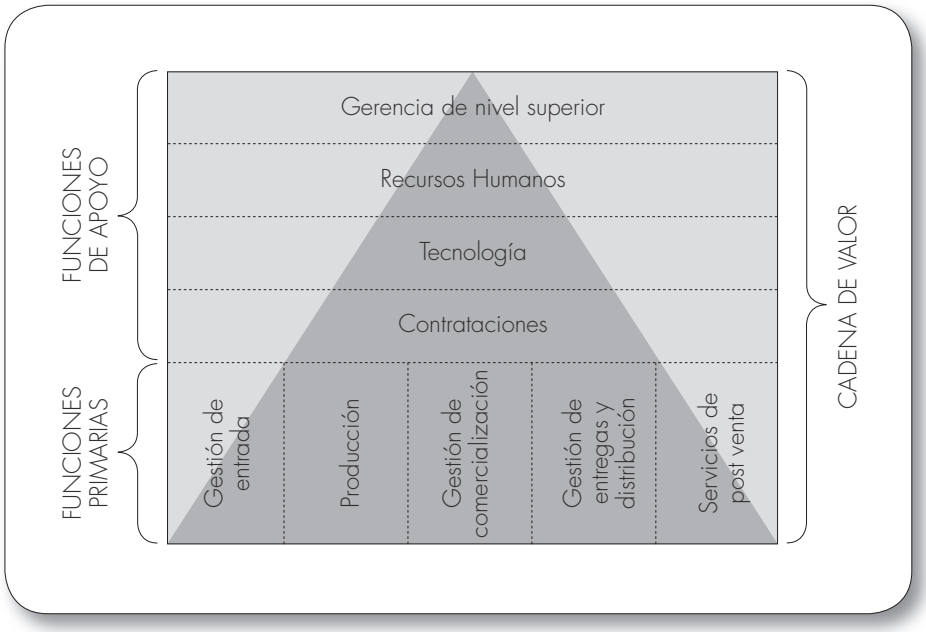


Figura 2.7
Relación entre la cadena de valor y las funciones de primarias y de apoyo

La cadena de valor de una empresa se relaciona con otras cadenas de valor, la de proveedores y distribuidores, y estos a su vez con los proveedores de nuestros proveedores y los distribuidores con sus clientes. Este esquema es relevante para analizar proyectos de sistemas que abarquen límites que excedan los de las propias empresas y pretendan lograr alianzas con otros eslabones de la cadena integral (hacia atrás y/o hacia delante) de nuestros productos y servicios.

Veamos algunos ejemplos de sistemas con distintos eslabones de la cadena de valor de la empresa. En la gestión de entrada encontramos los sistemas automatizados de abastecimiento[20]. En el eslabón de la producción tenemos los sistemas de control de producción y la automatización de procesos. En el eslabón de comercialización, los sistemas de procesamiento de pedidos (formando parte de sistema más integrales de administración de las relaciones con clientes). En la distribución encontramos el sistema de programación y automatización de despachos.

Las ideas y esquemas de Porter (podemos agregar su artículo de 1985, "How Information Can Help You Compete"[21]) generaron una corriente de pensamiento en la cual los SI son tomados como recursos para el apoyo de las estrategias competitivas de las empresas.

En los distintos eslabones de la cadena de valor se agregan al producto, o los servicios, componentes físicos, pero también componentes referidos al tratamiento y procesamiento de la información. La cantidad de componentes físicos y de información añadidos a los productos son distintos según el tipo de industria a la cual nos referimos. En el sector de servicios el componente de información es muy alto, mientras que en una industria extractiva, como la minería, más bien bajo.

Otro aspecto relevante de la cadena de valor es que la misma se extiende fuera de los límites de las firmas, hacia los proveedores y los clientes. Aún más, en la actualidad estas relaciones no son lineales sino multidimensionales, ya que las firmas tienen relaciones más parecidas a una estructura de red que a un esquema lineal. Las TICs son un instrumento de una potencia muy alta para mejorar los eslabones y encadenamientos de las relaciones de esta cadena de valor (red de valor), ayudando a conseguir los objetivos de las firmas y sus aliados estratégicos.

El concepto tradicional de la automatización de los procesos administrativos (ver estadio 1 del Punto 2.4) hoy en día no produce ventajas competitivas por sí mismo. El umbral de esta automatización está fijado por la industria en la cual la firma compite. Pero, por otra parte, el mal funcionamiento de estos procesos básicos es sinónimo de una posible desventaja competitiva. Este concepto de automatización de procesos está ligado a un paradigma industrial que en los mercados de mediana competencia está superado ampliamente. Un modelo de gestión transaccional eficiente y eficaz puede ser una ventaja para una firma en procesos de fusiones o adquisiciones, donde la controlada tenga ineficiencias que puedan convertirse en mejoras de costos, aprovechando las economías de escala del modelo eficiente.

El mejoramiento de la interrelación de cadena de valor de producción que tiene alto contenido de información, en un contexto social que está demandando con cada vez mayor exigencia productos con más tecnología y con mayor componente de información, es un factor de éxito de las organizaciones de nuestros días. Veamos, como ejemplo, qué pasa en la producción ganadera: ayer era relevante producir la mejor vacuna para poder acceder a mercados de alto poder adquisitivo. Hoy, además de la mejor carne (por ejemplo, el bife de chorizo), que muchos productores de distintos países están mejorando constantemente, también se decide por la trazabilidad del ganado (dónde

[20] Forman parte de los sistemas de cadena de abastecimiento que el mercado conoce como SCM y que se desarrollarán en la próxima parte de esta obra.

[21] Michael Porter, "How Information Can Help you Compete" en *Harvard Business Review*, 1985.

nació y cómo fue criado, de qué se alimentó, cuál fue el procedimiento de faena, producción y conservación, etcétera).

La idea de sumar el concepto de cadena de valor al de las redes es un concepto positivo y de actualidad. Macau (2004) define a la organización moderna como "una red de actividades (parcialmente interna y parcialmente externa de su red de socios y colaboradores) dirigidas a un público que está interconectado en red en un mundo globalizado, conectado casi instantáneamente por redes".

2.9 LOS PROCESOS DE NEGOCIOS Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Los procesos son un conjunto de tareas o actividades que tienen como objetivo el cumplimiento de una meta. Las tareas son realizadas por distintos departamentos o áreas funcionales. Si bien deben ser diseñadas en forma independiente de las personas y la asignación de recursos, luego deben ser adecuadas a las restricciones del contexto.

A principios de los años noventa, Michael Hammer y Champy definieron el concepto de proceso de negocio como un "conjunto de actividades que reciben uno o más insumos y crean un producto de valor para el cliente". El cliente puede ser externo o interno a la organización y se establece en el proceso de negocio la idea de evaluación y satisfacción por parte del receptor, orientando a los procesos de la organización a ser eficientes en el uso de recursos y eficaces en la atención del cliente, para que éstos sepan qué pueden esperar del producto o servicio, creando de esa forma un contrato. Cuando los procesos de negocio son abarcadores de un ciclo completo, pueden ser percibidos como unidades dentro de las organizaciones, cuyos resultados pueden ser medidos y evaluados económicamente, lo que asienta un nuevo modelo de segmentación de las empresas basados en unidades económicamente autosuficientes (*business unit* o unidades de negocios). Todo proceso tiene insumos de entrada, como recursos humanos, tecnológicos, materiales y otros, para el desarrollo de las actividades que conforman la unidad, y sus salidas son productos o servicios (incluyendo la información)[22].

Otra definición la obtenemos de Barros (1996) como un "conjunto de tareas lógicamente relacionadas que existen para obtener un resultado bien definido dentro de un negocio".

Los procesos de negocio en una organización son la secuencia preestablecida de tareas o actividades donde intervienen distintos departamentos o funciones (distintos roles de trabajo) que se ejecutan en un orden y que tienen por fin asegurar el objetivo planteado. Estos procesos utilizan los sistemas de información para realizar sus actividades y cumplir con sus metas. Las operaciones básicas deben realizarse "a través" de los sistemas de información. Estas operaciones capturan datos, producen información y la consumen.

En nuestros días se habla, entre las firmas proveedoras de software principalmente, de las mejores prácticas de negocios. Se entiende por mejores prácticas, las mejores formas de gestionar operaciones que representan el "estado del arte "en un determinado tema o área. Cuando vemos productos de sistemas aplicativos se dice, en muchos casos, que incluyen las mejores prácticas. No discutiremos si existen prácticas más eficientes que otras, dado que las mismas pueden haber sido ya superadas, modificadas o reemplazadas. Hay sistemas aplicativos que tienen porciones de mercado importantes y son usados por varias empresas que están en el mismo mercado. Si esos sistemas aplicativos son los mismos y contienen las mejores prácticas, que son las mismas, cabe preguntarse cómo una firma que los adquiere y los implementa puede sacarle una diferencia de

[22] Si vemos las definiciones de actividad y proceso se puede apreciar que la diferencia no es nítida. Quizás más que de diferencia, deberíamos hablar de niveles de agregación y ver el proceso como un conjunto de actividades.

proceso a otra firma que también adquiere el mismo aplicativo con las mismas mejores prácticas. Es innegable que la estandarización de software aplicativo, unido a la estandarización de procesos provoca una igualación de las firmas. Hoy surge claramente que la diferenciación entre estas firmas con los mismos sistemas, similares procesos en el mismo mercado, estará dado por las competencias endógenas de las firmas (capacidad del recurso humano y capital intelectual) para aplicar nuevo conocimiento a los productos y servicios en el mercado en el cual compiten.

2. 10 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA DE LA INVERSIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN. EL IMPACTO EN EL VALOR DE LOS NEGOCIOS

El criterio de decisión de racionalidad económica podemos definirlo de la siguiente manera:

> Una empresa que maximice beneficios va a invertir en un proyecto en la medida en que el rendimiento del proyecto a valores actuales sea mayor a la inversión inicial. Si la empresa tiene una cartera de proyectos de inversión cuya tasa de rentabilidad es buena, la cotización de sus acciones reconocerá esa tasa de rentabilidad esperada en los valores de mercado. Si la misma empresa incorpora a su cartera un nuevo proyecto que mejora su rentabilidad promedio, se producirá un aumento en sus cotizaciones de hoy, anticipando los mayores beneficios futuros.

¿Por qué es importante profundizar estos aspectos y cuál es su relación con los SI? ¿Una empresa que va invertir en SI un monto determinado en pesos debe justificar económicamente el retorno de la inversión? Si ese proyecto es un SI ¿por qué no debería aplicar la misma lógica? ¿El peso a invertir en SI es distinto al que voy a invertir en una nueva planta industrial o nuevas maquinarias?

Seguramente la respuesta es que es el mismo peso, que todas las inversiones deben ser rentables *ex ante*, pero que es más difícil buscar cuantificaciones económicas para un proyecto de SI que para uno de recambio de maquinarias. Consideraciones de este tipo no eliminan la necesidad de analizar y evaluar con el mejor esfuerzo y detalle posible los retornos económico de los proyecto de SI o con SI[23].

Si voy a encarar un proyecto de SI que generará una ventaja competitiva, lo debo emprender en tanto y en cuanto los beneficios netos futuros a valores de hoy sean superiores a la inversión. El mismo criterio de decisión es utilizado para cualquier inversión. Son dudosas las inversiones en activos que no generen beneficios para cubrir la inversión y que tengan algún excedente (ingresos netos futuros a pesos de hoy, menos inversión inicial).

¿Cómo juega esta afirmación ante la realidad de que en muchos casos los proyectos de SI tienen beneficios de difícil cuantificación? El decisor puede tomar decisiones sobre problemas de cuantificación de beneficios y su impacto en la probabilidad de éxito (financiero) del proyecto.

Los proyectos de inversión evaluados con metodología de costo-beneficio concluyen con un flujo de fondos de los ingresos y egresos que se espera que dichos proyectos generen en el horizonte.

[23] En realidad, es más claro hablar de proyecto que incluye sistemas de información o tecnología de la información, que de proyectos propios o solamente de éstos.

Si bien los modelos financieros han sido cuestionados para la cuantificación adecuada de situaciones complejas, es importante destacar que si son situaciones complejas de medir, también deben ser complejas para decidir por otros métodos.

En general, los problemas se plantean cuando se deben cuantificar los beneficios. En el Capítulo 15 nos ocupamos en detalle de este tema. Pero, a modo de anticipo, veamos un ejemplo de beneficios. ¿Cómo se puede cuantificar el objetivo de "información más oportuna"? Si hay un requerimiento de información más oportuna es porque advierto algún problema de no contar con la misma. Tomemos el caso de que un SI de deudores por ventas no proporciona información oportuna y útil. Se propone un nuevo SI sobre los clientes deudores que tiene una actualización inmediata. El uso adecuado de la misma puede disminuir el stock de deuda vencida e impedir la entrega de mercadería a clientes morosos. Tengo la oportunidad de mejorar el stock de morosos y disminuir la creación de nuevos morosos. ¿Cuánto vale eso? Algunas rutas para calcular este punto pueden ser:

- La disminución del ratio de días en la calle de las ventas multiplicadas por la tasa de financiamiento. Todo ello sobre la inversión promedio de deudores por ventas.
- Porcentaje de reducción del nivel de crédito con índices de morosidad e incobrabilidad, sobre la inversión promedio de deudores por ventas.
- Se agrega a esto el costo administrativo y legal de la tramitación de los recuperos.

Podemos discutir el grado de incertidumbre del cumplimiento de las reducciones. Pero si ahora acordamos que hay un problema de certidumbre, hemos pasado de algo no medible a una medición con probabilidades asociadas. Los intangibles, o de difícil cuantificación, se reducen fuertemente cuando se crea una gimnasia presupuestaria para estimarlos.

Otra alternativa es usar el método de los costos evitados. Este método es útil para cuantificar los costos de no calidad o incrementales que provoca un problema que se pretende solucionar con el nuevo proyecto. Los costos evitados de un problema son beneficios del proyecto nuevo.

Veamos finalmente el concepto de valor. Definimos el valor de una firma como su capacidad de generar rentabilidad sobre el capital invertido. Como podemos ver en la **Figura 2.8**, existe una zona de creación de valor (área verde) y una zona de destrucción de valor (área roja). Se crea valor cuando el retorno sobre la inversión es mayor al costo del capital. La regla de aceptación debe ser la que mejora el valor de la empresa en términos de capital invertido y las nuevas inversiones deben tender a elevarlo.

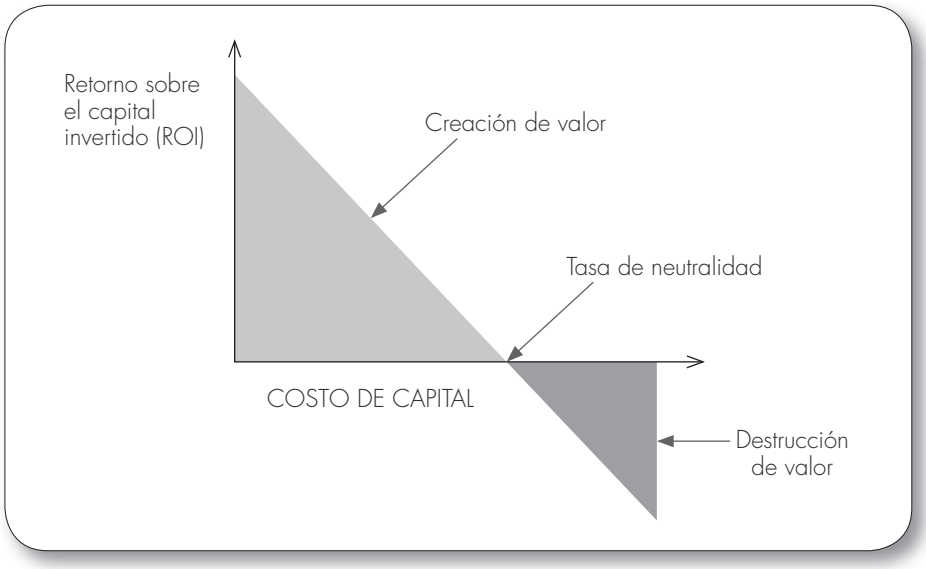


Figura 2.8

Áreas de creación y destrucción de valor asociadas al costo de capital y al ROI

CAPÍTULO 3

EL **ROL** DEL **PROFESIONAL** DE **CIENCIAS ECONÓMICAS** EN LAS TICs

El ámbito de las TICs es multidisciplinario y, por ende, participan en él profesionales con diferente formación.

En general, la actuación del profesional en Ciencias Económicas se encuentra fuertemente vinculada con los aspectos de aplicación de tecnologías de la información en las organizaciones de diverso tamaño, pudiendo mencionar a manera de ejemplo:

- Diseño e implementación de estructuras, sistemas y procesos administrativos y contables.
- Diseño e implementación de sistemas de información y decisión para el logro de los objetivos de la organización.
- Diseño e implementación de sistemas de control de gestión y auditoría.
- Auditoría de sistemas.
- Utilización de la información generada por los sistemas en sus actividades cotidianas.
- Gestión de las actividades de sistemas y tecnología informática.

Asimismo, y en particular en la industria del software y servicios informáticos, se destaca su participación en proyectos de nuevos desarrollos de productos de software para mercados verticales, así como también en las actividades de comercialización e instalación.

Esa participación esta viabilizada por su formación y, en los casos de interés público, exigida por disposiciones legales y complementarias.

Teniendo el campo de las tecnologías de la información características multidisciplinarias, encontramos una participación conjunta de diferentes disciplinas acompañadas por distintas formaciones.

Podemos conceptualizar que los licenciados en Economía y los actuarios tienen un rol típico de usuarios, mientras que los contadores, licenciados en Administración y licenciados en Sistemas de Información tienen una participación más activa en cuanto a la definición e incorporación de sistemas en las organizaciones.

En tal sentido, a continuación haremos una breve referencia a la formación específica en sistemas de información y a la formación de contadores públicos y licenciados en Administración.

3.1 FORMACIÓN ESPECÍFICA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

En el mundo interdisciplinario de las tecnologías de la información, la formación en sistemas de información es una de las más típicas a nivel global.

En tal sentido en 2005 una comisión de trabajo integrada por la Association for Computing Machinery (ACM), la Association for Information Systems (AIS) y el IEE-Computer Society (IEEE-CS), tres de las entidades de profesionales más prestigiosas a nivel internacional en el ámbito de la TICs, identificó la necesidad de disponer de propuestas curriculares diferenciadas en los siguientes campos:

- Ingeniería en computación (*Computer Engineering*)
- Ciencias de la computación (*Computer Science*)
- Sistemas de información (*Information Systems*)
- Tecnologías de la información (*Information Technology*)
- Ingeniería del software (*Software Engineering*)

La última versión de la propuesta curricular en sistemas de información[24] destaca que el egresado debe estar fundamentalmente capacitado para:

- Mejorar los procesos organizacionales.
- Entender, gestionar y controlar los riesgos de las TICs.
- Explotar las oportunidades que ofrecen las innovaciones de la tecnología.
- Entender y resolver los requerimientos de información.
- Diseñar y gestionar la arquitectura corporativa.
- Identificar y evaluar alternativas de soluciones tecnológicas y fuentes de aprovisionamiento.
- Asegurar los datos y la infraestructura.

Y propone como temas centrales los siguientes:

- Fundamentos de sistemas de información
- Gestión de datos e información
- Análisis y diseño de sistemas
- Gestión de proyectos de TICs
- Estrategia, gestión y adquisición de sistemas de información
- Arquitectura corporativa
- Infraestructura de TICs

En Argentina, la carrera de grado pionera con este enfoque fue la licenciatura en Sistemas de Información de las Organizaciones, dictada en la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA desde 1988.

> El perfil del egresado indica que puede insertarse en las organizaciones en relación de dependencia, o como profesional independiente. Las actividades en que puede desempeñarse se encuentran reflejadas en las incumbencias que el Ministerio de Cultura y Educación de la Nación otorga al título de licenciado en Sistemas de Información de las Organizaciones (Resolución N° 1878/94), considerando a dicho profesional apto para:

[24] IS 2010, *Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems*, ACM y AIS, 2010.

- Evaluar las necesidades y problemas de las organizaciones en materia de tratamiento de la información, con la finalidad de diseñar e implantar sus sistemas de información y las funciones de control interno y externo, de acuerdo a las particularidades del negocio o actividad de la que se trate.
- Planificar, dirigir y controlar el relevamiento, diseño y ejecución de los proyectos, así como la implantación de sistemas de información en las organizaciones y entes de racionalidad económica.
- Dirigir y evaluar los estudios técnico-económicos y de factibilidad en proyectos de sistemas de información, procesamiento y comunicación de datos.
- Administrar los recursos tecnológicos informáticos para el logro de una adecuada gestión, que satisfaga las demandas de las organizaciones y sus estrategias a corto y largo plazo.
- Asesorar sobre la interpretación de la legislación correspondiente a la tecnología de la información, planificación, diseño, procesamiento y comunicación de datos, tanto para el ámbito público como el privado.
- Intervenir en equipos con enfoque interdisciplinario en proyectos de consultoría, auditoria informática, optimización de procesos de TICs, entre otros, que requieran la integración profesional de los especialistas en sistemas con otras áreas del conocimiento.

Hoy encontramos en diferentes facultades de ciencias económicas, formaciones de grado y especializaciones de posgrado con esta orientación.

3.2 FORMACIÓN DE CONTADORES PÚBLICOS Y LICENCIADOS EN ADMINISTRACIÓN

La Federación Internacional de Contadores (IFAC), integrada por la Federación Argentina de Consejos Profesionales en Ciencias Económicas y organizaciones similares de 124 países, establece normas comunes a la profesión.

En tal sentido, la Norma Internacional de Educación IES 2 (*International Education Standard*), "contenido de los programas de contabilidad de educación profesional", establece el contenido de conocimientos de profesionales de los programas de enseñanza de la contabilidad que los candidatos necesitan adquirir para calificar como contadores profesionales.

En su introducción dice:

> "La parte principal de los conocimientos profesionales de los programas de enseñanza de la contabilidad se muestra en tres categorías principales:
>
> a) Conocimientos de contabilidad, finanzas y relacionados
> b) Conocimientos organizacionales y de negocios
> c) Conocimientos y competencias sobre tecnologías de la información"

Y continúa diciendo en el cuerpo:

> "Punto 28:El componente de tecnología de la información debe incluir las siguientes materias y competencias:
>
> - Conocimientos generales en materia de TICs.
> - Competencias sobre control en TICs.
> - Competencias sobre uso de TICs.
> - Una de, o una mezcla de las competencias de, los roles de director, evaluador o diseñador de sistemas de información.
>
> Punto 29: Como parte de su educación de pre-calificación, todos los contadores profesionales se espera que participen en al menos una de las funciones de gerente, diseñador o evaluador de sistemas de información, o bien, un grupo de estas funciones.

Punto 30: En el punto de clasificación, los candidatos deberán tener un conocimiento y comprensión de los elementos de competencia en al menos una de esas funciones.

- Esto puede ser evidenciado por la capacidad de describir o explicar la importancia de las cuestiones relacionadas con las competencias mencionadas en un entorno de negocio relevante.
- Un candidato debe ser capaz de participar eficazmente en las actividades enumeradas en esta sección, como parte de un equipo o bajo control, pero no se espera que demuestren el dominio de todas las competencias.

Punto 31: Los usuarios de las tecnologías de la información emplean diferentes sistemas de información sobre herramientas y técnicas para ayudarles a cumplir sus propios objetivos y ayudar a otros a alcanzar sus objetivos. Las siguientes áreas generales de competencia se refieren a la función de usuario:

- Aplicar adecuadas herramientas y sistemas de TICs para problemas de negocios y contabilidad.
- Demostrar una comprensión de los sistemas de negocios y contabilidad.
- Aplicar controles a sistemas personales.

Punto 32: Las competencias en tecnología de la información se pueden proporcionar en una variedad de maneras, tal vez como cursos por separado o mediante la integración de la materia en el componente de conocimiento organizacional y de negocios, o en la contabilidad y el componente de conocimientos de contabilidad relacionadas con él. La competencia también puede ser adquirida mediante la experiencia laboral, además de componente de conocimiento de TICs. Para el componente de educación formal de TICs, estudios de casos, las interacciones con profesionales con experiencia y técnicas similares se deben utilizar para mejorar la presentación del tema y para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades prácticas, en combinación con las TICs de experiencia laboral".

Asimismo la legislación argentina, por ley 20.488, establece:

"ARTÍCULO 13: Se requerirá título de Contador Público o equivalente:

d) En materia económica y contable cuando los dictámenes sirvan a fines judiciales, administrativos o estén destinados a hacer fe pública en relación con las cuestiones siguientes:

5) Elaboración e implantación de políticas, sistemas, métodos y procedimientos de trabajo administrativo-contable.
6) Aplicación e implantación de sistemas de procesamiento de datos y otros métodos en los aspectos contables y financieros del proceso de información gerencial.

ARTÍCULO 14: Se requerirá título de licenciado en Administración o equivalente:

a) Para todo dictamen destinado a ser presentado ante autoridades judiciales, administrativas o a hacer fe pública en materia de dirección y administración para el asesoramiento en:

2) La elaboración e implantación de políticas, sistemas, métodos y procedimientos de administración, finanzas, comercialización, presupuestos, costos y administración de personal.
3) La definición y descripción de la estructura y funciones de la organización
4) La aplicación e implantación de sistemas de procesamiento de datos y otros métodos en el proceso de información gerencial".

BIBLIOGRAFÍA

Barros, Oscar, *Reingeniería de Procesos de Negocios*, Editorial Dolmen, 1996.

Davenport, Thomas H.; Pruzak, L., *Working Knowledge: How organization manage what they know*, Harvard Business School Press, 1998.

Emery, James C., *Sistemas de Planeamiento y Control en la Empresa*, El Ateneo, Buenos Aires, 1983.

Hammer M.; Champy, J., *Reingeniería*, Harpers Collins Publisher, 1993.

Himanen, Pekka, *La ética del Hacker y el espíritu de la era de la información*, Editorial Destino, Barcelona, 2002.

Ikujiro, N.; Philippe B., *La creación del conocimiento regional: un proceso de desarrollo social*, Cluster del Conocimiento, Bilbao, 2000.

Laudon, Kenneth C.; Laudon, Jane P., *Sistemas de Información Gerencial*, Prentice Hall, México, 2002.

Machlup, F., *Semantic Quirks in Studies of Information, The Study of Information, Interdisciplinary Messages*, John Wiley, New York, 1983.

Montuschi, Luisa, *Conocimiento Tácito y Conocimiento Codificado en la Economía basada en el Conocimiento* en Anales de Reunión Anual, 2002.

Montuschi, Luisa, *La economía basada en el conocimiento: importancia del conocimiento tácito y del conocimiento codificado*, CEMA, 2001.

O´Brien, James A.; Marakas, George M., *Sistemas de Información Gerencial*, Mc Graw Hill, 2006.

Peirano, F.; Suárez, D., "La incorporación de las TICs por parte de las PYMES: Estilización de estrategias empresariales" en *La informática en la Argentina. Desafíos a la especialización y a la competitividad*, Editorial Prometeo, Universidad Nacional de Gral. Sarmiento, 2006.

Polanco, Xavier, "Análisis de Redes: Una Introducción" en *Redes de Conocimiento construcción, dinámica y gestión*. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la UNESCO, Mario Albornoz y Claudio Alfaraz Editores, 2006.

Polanyi, Michael, *Personal Knowlegde: Toward a Post-Critical Philosophy*, University of Chicago Press, Oxford, 1995.

Porter, Michael, *Competitive Strategy*, Free Press, New York, 1980.

Porter, Michael, *Competitive Advantage*. Free Press. New York, 1985.

Sapag Chain, Nassir; Sapag Chain, Reinaldo, *Preparación y Evaluación de Proyectos*, Mc Graw Hill, Chile, 2000.

Saroka, Raúl, *Sistemas de información en la era digital*, Fundación OSDE, 2002.

Schoderbek, C. G.; Schoderbek, P. P.; Kefalas, A. G., *Management Systems Conceptual Considerations*, Business Publications, Dallas, 1990.

Tricoci, Guillermo; Benvenuto, Olver, El *impacto de las Industrias TICs y la Sociedad del Conocimiento en Argentina*, Ediciones Cooperativas, Buenos Aires, 2009.

Tricoci, Guillermo, *Las Tic´s y el conocimiento, Un enfoque de económico y de negocios*, Ediciones Cooperativas, 2008.

Varian, Hal R., *Microeconomía Intermedia*, Antoni Bosch Editor, Barcelona, 1993.

Revistas

Brynjolfsson, Erick; Hitt, Lorin, "Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending" en *Management Science*, abril, 1996.

Carr, Nicholas, "IT doesn´t matter?" en *Harvard Business Review*, mayo, 2003.

Macau, Rafael, "TIC: ¿Para qué? (Funciones de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las organizaciones)" en *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, Vol. 1, N° 1, 2004.

Porter, Michael, "How Information Can Help you Compete" en *Harvard Business Review*, 1985.

Van Dijk, Jan; Hacker, Kenneth, "The digital divide as a complex and dynamic phenomenon" en *The Information Society*, 2003.

Yoguel, Gabriel; Novick, Marta; Milesi, Darío; Roitter, Sonia; Borello, José, "Información y conocimiento: la difusión de TICs en la industria manufacturera argentina" en *Revista CEPAL*, Santiago de Chile, 2004.

Digitales

Bellinger, G.; Castro, D.; Mills, A., *Data, Information, Knowledge and Wisdom*, 1997, *www.outsights.com/systems/dikw/dikw.htm*

Guzmán Cárdenas, Carlos E., *La Sociedad de la Información con objetivos de Inclusión y Equidad*, Fundación Centro Gumilla, 2000 (documento electrónico).

Vilaseca, Jordi; Torrent, Joan; Díaz, Ángel, *La economía del conocimiento: paradigma tecnológico y cambio estructural*, Working Paper Series WP02-003, 2002, *http://www.uoc.edu/in3/dt/20007/index.html*

CAPÍTULO 4

CLASIFICACIÓN TRADICIONAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

CAPÍTULO 5

LA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

CAPÍTULO 6

COMERCIO ELECTRÓNICO Y NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

ALCANCE

En el Capítulo 2 de la Parte I vimos, entre otros temas, qué es un sistema de información, su relación con los distintos tipos de decisiones que existen y la vinculación de estos conceptos con los distintos niveles organizativos. El objetivo de esta segunda parte es conocer con mayor profundidad una buena cantidad de sistemas de información para comprender sus reales aportes a distintos tipos y tamaños de organizaciones. Además, la presentación de estos sistemas de información, a veces muy diferentes entre sí, nos permitirá identificar y, en algunos casos, ejemplificar sus distintos objetivos, límites y alcances. Para poder cumplir con el objetivo que nos hemos planteado, utilizaremos algunas clasificaciones que, con distintos criterios, serán de utilidad para comprender distintos tipos de sistemas de información.

En el Capítulo 4 comenzamos analizando dos clasificaciones tradicionales. La primera nos mostrará el desempeño de diferentes sistemas de información, satisfaciendo las necesidades de distintos niveles de decisión de la pirámide organizativa con las particularidades y requerimientos de cada uno de ellos. La segunda mostrará esos mismos sistemas, pero analizados desde la perspectiva de las diferentes funciones que toda organización debe realizar para lograr sus objetivos.

En el Capítulo 5 analizamos los sistemas de información, pero ahora evaluados respecto a su capacidad de trabajar en forma conjunta y coordinada, es decir, que estaremos analizando distintas formas de integración de los sistemas, desde la perspectiva de herramientas que utilizan las organizaciones para vincular sus recursos en la búsqueda de alcanzar sus objetivos.

En el Capítulo 6 presentaremos dos tipos de sistemas con finalidades específicas. Se trata, por un lado, de los sistemas para el comercio electrónico y, por otro, de los sistemas que brindan la posibilidad de realizar nuevos modelos de negocio. Ambos tipos de sistemas forman parte de las clasificaciones enumeradas en los capítulos anteriores, pero, debido a la nueva concepción de negocio que implican, hemos preferido su tratamiento en forma individualizada.

PARTE II

TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

CAPÍTULO 4

CLASIFICACIÓN TRADICIONAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

4.1 SISTEMAS SEGÚN NIVELES DE LA ORGANIZACIÓN

Una clasificación tradicional de los sistemas de información hace referencia a los niveles de la organización a los cuales los sistemas prestan servicio.

La información, para ser considerada como tal, debe ayudar a restar incertidumbre en el proceso de toma de decisiones.

Una decisión puede ser necesaria para resolver un problema o para aprovechar una oportunidad. Pero, en todo caso, la situación que motive tomar una decisión será menos estructurada cuanto más alto sea el nivel de la organización donde la decisión ha de ser tomada.

Por lo tanto, la información adecuada para tomar una decisión tendrá características diferentes según el nivel de la organización donde esa decisión se esté tomando.

Las características de la información requerida en cada uno de los niveles son diferentes, como también los son los atributos que hacen a la calidad y, por lo tanto, al costo y a la pertinencia de dicha información.

Como ya vimos en el Punto 2.5, un modelo de estructura administrativa clásica para estos efectos consta de tres niveles, a los cuales llamaremos el nivel operativo, el táctico y el estratégico[25]. Este esquema se puede aplicar aún en organizaciones muy reducidas y también en estructuras organizacionales aplanadas no jerárquicas.

- *Administración operativa:* los directivos operativos y los miembros de los equipos auto-dirigidos desarrollan planes de corto plazo. Dirigen el uso de los recursos y el desempeño de las tareas de acuerdo con los procedimientos y dentro de los presupuestos y programas que se establecen para los equipos y grupos de trabajo de la organización.

[25] Algunos autores prefieren diferenciar cuatro niveles, incorporando el nivel de control operativo que para nosotros se encuentra dentro del nivel táctico.

- *Administración táctica:* este nivel está compuesto por administradores de unidades de negocio y por profesionales de negocios en equipos auto-dirigidos. Es el nivel donde se desarrollan planes, programas y presupuestos de corto y mediano plazo. Además, especifican las políticas, procedimientos y objetivos de negocio para las subunidades de la empresa que dependen de ellos. También distribuyen los recursos y supervisan el rendimiento de sus subunidades organizacionales, así como departamentos, divisiones, equipos de proyectos y otros grupos de trabajo.
- *Administración estratégica:* por lo común en el más alto nivel organizativo se desarrollan metas, políticas y objetivos generales como parte de un proceso de planificación estratégica. También se supervisa el rendimiento estratégico de la organización y su dirección general en un ambiente de negocios competitivos.

Figura 4.1

Niveles organizativos, estructura de las decisiones y características de la información

En síntesis, como se representa en la **Figura 4.1**, a los distintos niveles de la pirámide organizacional les corresponde tomar diferentes tipos de decisiones para lo cual se requiere información de distinta característica para así restar incertidumbre en dicho proceso. Por lo tanto, este primer criterio de clasificación de sistemas de información basado en los diferentes niveles de las organizaciones toma en cuenta tanto el nivel de estructuración de las decisiones que vimos en el Capítulo 2, como también las características de la información requerida en cada nivel que enunciamos precedentemente. De esta manera quedan configurados diferentes tipos de sistemas de información para cada uno de los niveles organizativos.

4.1.1 Sistemas para la administración operativa

Son los sistemas de procesamiento de transacciones (TPS*, Transactions Processing System*).

Con frecuencia son el primer tipo de sistemas de información que se implanta en una organización apoyando a las tareas operativas de la misma. Procesan voluminosas entradas de información, así como generan considerable cantidad de reportes y salidas de los datos procesados. Estos sistemas suelen lograr significativos ahorros en mano de

obra, debido a que automatizan distintas tareas operativas de la organización, y, en general, se justifican económicamente sin mayores inconvenientes pues sus ahorros son fácilmente cuantificables.

4.1.2 Sistemas para la administración táctica o nivel gerencial

En este nivel encontramos dos tipos de sistemas:

a) Sistemas de información para la administración (MIS*, Management Information Systems*)

HISTORIA

Su función básicamente es brindar información para la planificación y el control, resumiendo operaciones básicas, respondiendo, en algunos casos, a requerimientos estructurados con información periódica de rutina para la planificación y el control. Es decir, estos sistemas se basan en la información de los sistemas de procesamiento de transacciones, la cual seleccionan, compactan, comparan y proyectan; para brindar informes, diseñados previamente, y tomar decisiones vinculadas al control y planificación de la gestión operativa de la organización.

b) Sistemas para el soporte de decisiones (DSS*, Decision Support Systems*)

Su función es brindar información para la toma de decisiones que no pueden anticiparse, basándose tanto en información interna como externa de la organización, y utilizando herramientas analíticas y de modelación. Están diseñados para dar respuesta inmediata, proveyendo capacidad analítica ante decisiones no estructuradas.

Estos sistemas pueden realizar, entre otros, los siguientes tipos de análisis:

CETIRIS PARIBUS / MODELO MONTECARLO

- *Análisis de escenarios:* donde se analiza cómo el cambio de una variable afecta al resto del modelo.
- *Análisis de sensibilidad:* análisis del cambio repetido de cómo una variable afecta al resto.
- *Análisis de búsqueda de objetivos:* cambio repetido de determinadas variables tratando de alcanzar un valor fijado como meta preestablecida.
- *Análisis de optimización:* búsqueda de un valor óptimo para valores seleccionados.

Uso de un DSS en la industria editorial[26]

Un caso de un sistema de soporte para las decisiones es el que, en algunos casos, utilizan los periódicos de tirada masiva a efectos de estimar la demanda de sus productos.

La necesidad surge del hecho que los diarios que no se venden en los quioscos son devueltos a la editorial. Hay que tener en cuenta que junto con el diario se distribuyen habitualmente fascículos especiales, CDs y libros que forman un mix de productos que deben llegar a tiempo, en cantidad y forma a cada puesto de diarios.

Una impresión excesiva de periódicos no sólo implica costos no recuperables para la editorial, sino también para distribuidores y transportistas que deben devolver ese excedente ya sin valor comercial. Desde luego que una estimación en menos implica dejar a los clientes sin su diario y perder ventas.

[26] Extractado de "Cálculo diario" en *Information Technology* N° 113, octubre, 2006.

Para resolver la situación se puede utilizar una herramienta basada en estadísticas y también un paquete de modelado estadístico que era adaptado a este negocio. "Lo más complicado fue entender la problemática a resolver porque tiene muchos matices", afirmó el responsable del proyecto en una de las grandes editoriales de periódicos de la Argentina.
Hay veinte mil puestos de distribución y cada uno tiene comportamientos distintos en cuanto a la forma de trabajar, manejo de volúmenes y criterios de distribución. Las complicaciones que tuvieron para implementar la herramienta extendió el plazo total previsto de puesta en marcha de 18 meses a 2 años. En la resolución del modelo matemático trabajaron durante dos meses el proveedor de la aplicación, programadores, estadísticos y estudiantes de Economía.
El sistema lo que hace es recalcular la demanda actual en base a una serie de variables sobre una serie estadística de los cinco últimos años y desarrollar una proyección a futuro de esa demanda. Para realizar la predicción se trabaja con 48 horas de antelación y en el caso del diario se debe trabajar hasta último momento para tener listos los datos para estar en los puntos de venta clave antes de la medianoche. En el caso de las revistas se cuenta con una semana para realizar la estimación. Otra de las ventajas es que con esta herramienta se puede saber dónde colocar excedentes y determinar lugares estratégicos con excedentes planificados ante la definición de que el diario no puede faltar en dichos lugares.
Antes de usar esta herramienta la devolución era, en el caso analizado, de 16 millones de ejemplares anuales y se logró bajar a 10 millones, para lo cual se invirtieron en esta solución informática la suma de $150.000.

4.1.3 Sistemas para la administración estratégica

Los sistemas para este nivel a veces se los llama sistemas de información ejecutiva (EIS, *Executive Information Systems*), o bien, sistemas de apoyo ejecutivo (ESS, *Executive Support Systems*). Es frecuente que estos sistemas de información, además de sus características propias, combinen algunas de las ya presentadas para los MIS y para los DSS.

Muchos autores han escrito sobre las distintas formas para determinar las necesidades de información de los ejecutivos así como las mejores formas de satisfacer dichas necesidades.

Sin embargo, según Rockart (1979), el uso de alguno de estos métodos puede resultar incompleto por lo cual, según Saroka (2002), es necesaria "la descripción de tres de estos métodos tradicionales, lo cual resultará útil para reconocer y eludir sus problemas o limitaciones, y para apreciar las ventajas del método de los factores claves para el éxito propuesto por el mismo Rockart".

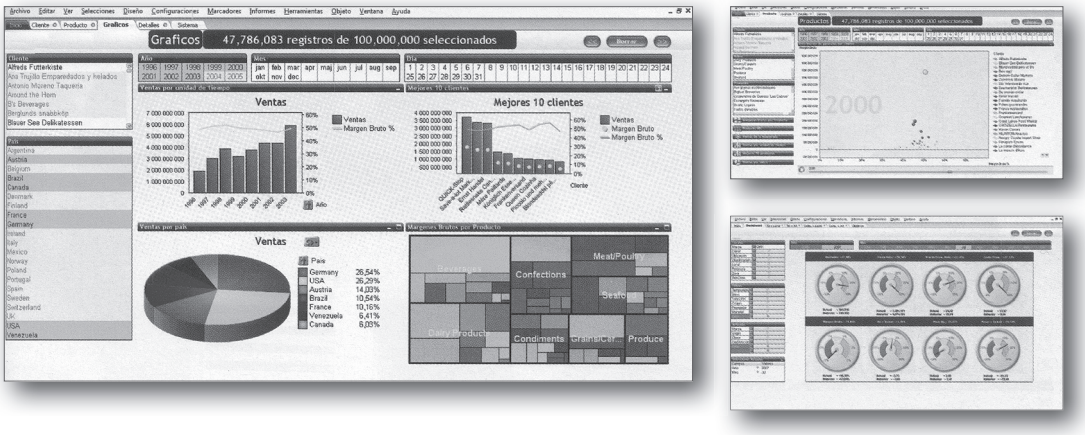
En Saroka (2002) se afirma que el método aún predominante es el conocido como el de la técnica del subproducto. Este método considera que la información que se debe proporcionar a los niveles ejecutivos es un subproducto de los sistemas transaccionales. Algunos datos suben, muy agregados o como informes por excepción hasta los niveles superiores de la organización. Cada responsable de un sistema eleva los informes que él cree que debe suministrar al nivel superior, y no necesariamente aquellos que los ejecutivos demandan. El resultado es una inundación de información, mucha de la cual es irrelevante para los administradores. La aplicación de este método incurre en el error de creer que un procedimiento eficiente para el manejo cotidiano de las transacciones, lo es también para proveer información gerencial.

El segundo método es el llamado enfoque vacío y se basa en la premisa de que es imposible prever las necesidades de información porque todo cambia con gran dinamismo. Este enfoque considera que, para manejar las situaciones a medida que se van presentando, la única información válida es la que ha sido recientemente recogida, orientada al futuro, informal y "caliente". Quienes sostienen este método afirman que los informes que se generan como subproductos de los sistemas transaccionales son inútiles, especialmente porque siempre llegan tarde. Lo que vale, para estos autores, es la información oral, informal, recogida dinámicamente, persona a persona. Estos sistemas se basan en mejorar los canales de comunicación, discusión y presentación de información entre sus ejecutivos claves.

Un tercer enfoque es el de los principales indicadores. Según el mismo se seleccionan un grupo de indicadores de la salud del negocio y se los adopta como un grupo de variables de control relativamente permanente e inmutable. Se producen informes de excepción, por lo general gráficamente, que arrojan resultados distintos a los esperados. Este método pone filtros a la información que llega a la gerencia, ya que sólo se suministran datos sobre las variables que se han desviado de la meta. Puede haber casos en los que estas variables superan el medio centenar. De ahí, la necesidad de recurrir a ayudas visuales para exponer una gran diversidad de fluctuaciones. Este paquete de informes se difunde por toda la organización, sin atender a las necesidades particulares de cada puesto ejecutivo. De ahí la necesidad de recurrir a ayudas visuales, como se ejemplifica en la **Figura 4.2**.

Figura 4.2

Tablero de control



Uno de los métodos que ayuda a definir estos principales indicadores es el de los factores clave para el éxito (FCE o CSF, *Critical Success Factor*) propuesto entre otros por el mismo Rockart, el cual determina las actividades que son imprescindibles que sean satisfactorias para el buen resultado de la gestión. Los FCE para un puesto determinado de la organización son habitualmente entre tres y seis. Estos factores corresponden a un momento y a un contexto determinados, y cambian (o pueden cambiar) con el transcurso del tiempo o la variación de las condiciones. Este método es efectivo para ayudar a los ejecutivos a definir sus necesidades de información significativas. Siguiendo siempre a Saroka (2002) hay dos tipos de FCE: los de seguimiento que surgen del control de las operaciones en curso y los de transformación que se relacionan con el progreso de programas de cambio iniciados por el ejecutivo. Dos ejecutivos que ocupen puestos similares, aun dentro de la misma organización, pueden tener FCE diferentes en razón de sus distintos antecedentes, experiencias y estilos gerenciales. En esto se diferencian los FCE de las metas y objetivos que son relativamente inmutables y están definidos en términos organizacionales.

El inconveniente de este método es que si los FCE han sido incorrectamente elegidos, los problemas pueden detectarse demasiado tarde. Por esta razón, la selección de los FCE para cada puesto gerencial se realizan habitualmente en el contexto de un plan de trabajo a cargo de expertos y mediante la aplicación de procedimientos recursivos para lograr un refinamiento progresivo de los criterios adoptados. Una de las dificultades de este método es lograr diferenciar a los FCE que lo son para la organización, de aquellos otros que lo podrían ser sólo para la visión particular del ejecutivo que los enuncia.

En algunos casos los sistemas de información ejecutiva suelen estar presentados como tableros de control o de comando denominados también cuadro de mando integral (BSC*, Balanced Scorecard*). Ver **Figura 4.2**.

Sin embargo, estos conceptos a veces se diferencian en el hecho que hay quienes usan concepto de tableros de control o comando a los sistemas que brindan una visión de los indicadores financieros reservando el nombre de cuadro de mando integral a los sistemas que, además de indicadores financieros, incorporan una perspectiva de indicadores de gestión no mensurable financieramente. Kaplan y Norton (1996), quienes fueron los primeros en usar este concepto al proponer una metodología de medición del desempeño corporativo, plantean cuatro perspectivas diferentes: la financiera, la de los clientes, la de los procesos internos y la de la innovación.

Algunos tableros de control se focalizan en medir el desempeño, la gestión, mientras que en los cuadros de mando integral toman como punto de partida la definición de un mapa estratégico de la organización traduciendo esa visión en un arreglo comprensivo de causa-efecto de objetivos. Es decir, que en estos casos este tipo de sistemas debería contar con el mapa de la estrategia y un tablero de control para la medición los resultados de la gestión.

Estos sistemas, en algunos casos, se van extendiendo y no son pocas las grandes organizaciones que los utilizan como recurso para que todos sus ejecutivos, de diferentes niveles y áreas funcionales, tengan una visión compartida de los objetivos institucionales y los indicadores que miden sus logros.

Cómo un EIS se convierte en un sistema de información para todos[27]

La empresa Conoco, una de las empresas petroleras más importantes del mundo, utiliza un sistema de indicadores de gestión con el cual mide su desempeño general y el de todas sus áreas. Esta empresa, con filiales en casi todo el mundo, ha definido como estrategia que ese sistema de indicadores, que está compuesto por 75 aplicaciones diferentes y cientos de pantallas, sea el medio por el cual, no sólo sus ejecutivos de alto nivel, sino también más de cuatro mil administradores y analistas de todas sus áreas, tengan acceso a este sistema de información ejecutivo. El mismo les provee desde indicadores de análisis de operaciones internas, con sus resultados financieros, hasta la visualización de situaciones externas que afectan a la industria petrolera. En esta empresa el sistema de información ejecutivo es muy utilizado entre sus usuarios y ha logrado una mayor productividad entre sus empleados, mejorando la toma de decisiones y generando importantes ahorros de dinero y tiempo al establecer métodos de análisis y comparación de la información que todos utilizan. Es decir que, de esta forma, la medición de desempeño de la firma es compartida por todos sus ejecutivos y administradores.

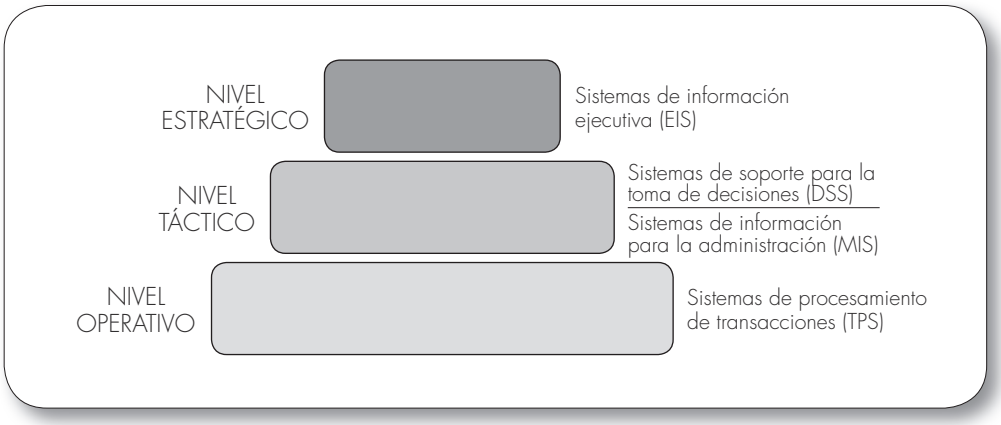
[27] Extractado de *Sistemas de Información Gerencial*, de O´Brien y Marakas, Mc Graw Hill, 2006.

Más allá de los diferentes enfoques que sustentan a cada uno estos sistemas de información estratégica, algunas de sus características son comunes a todos ellos. Por ejemplo, la mayoría poseen una interfaz gráfica, capacidad de generación de reportes por excepción, análisis de tendencias, posibilidad de desglosar información así como capacidad de adaptarse a las preferencias de los ejecutivos que lo utilizan.

Como veremos más adelante, estos sistemas pueden integrarse a todos los niveles de la organización y a todas sus áreas funcionales, utilizando en forma simultánea múltiples herramientas avanzadas para la toma de decisiones. Estas herramientas son, entre otras, el análisis multidimensional, la modelización y segmentación, y el descubrimiento del conocimiento. Cuando se logran integrar todos estos conceptos estamos frente a lo que se denomina sistemas de inteligencia de negocios (BI, *Business Intelligence*) que desarrollaremos en el Punto 5.2.1.

Figura 4.3

Distintos tipos de sistemas de información según niveles organizativos



En síntesis, por un lado cada nivel de una organización tiene necesidades de tomar distintos tipos de decisiones, por otro lado para cada una de estas necesidades puede haber distintos tipos de sistemas, cada uno con sus características propias con lo cual, como se presenta en la **Figura 4.3** se configuran sistemas de información diferentes vinculados a los niveles de la organización en la cual se desempeñan.

4.2 SISTEMAS SEGÚN LAS FUNCIONES ORGANIZATIVAS

Otra clasificación de sistemas de información habitual es la que se basa en los diferentes conjuntos de funciones que, en mayor o en menor medida, poseen casi todos los tipos de organizaciones administrativas.

Por ejemplo, una de las clasificaciones frecuentes de estos sistemas funcionales abarca a:

- Sistemas de marketing y ventas
- Sistemas de manufactura y producción
- Sistemas de contabilidad
- Sistemas de finanzas
- Sistemas de recursos humanos

Algunos autores prefieren englobar los sistemas de contabilidad y finanzas en uno solo, y otros, identificar los sistemas de logística en lugar de incluir esta función en los sistemas de marketing y ventas por un lado, y en los de manufactura y producción por otro.

Más allá de las diferencias de criterios para identificar a las distintas funciones, los sistemas analizados funcionalmente tienen muy variado nivel de desarrollo. Desde luego que estos sistemas de información no se extienden de la misma forma en una organización productiva que en otra organización de servicio, o en una asociación civil sin fines de lucro que en una repartición gubernamental.

De la vinculación de las dos clasificaciones mencionadas hasta ahora, es decir, por nivel y por función, se genera una matriz que se representa en la **Figura 4.4**, la cual nos permite ejemplificar distintas funciones que pueden tener los sistemas de información administrativa.

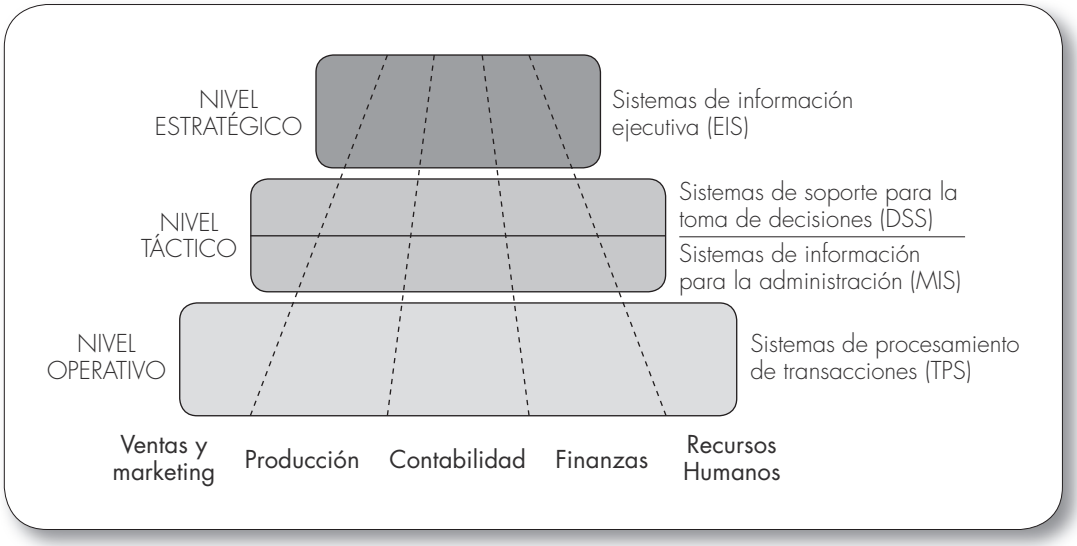
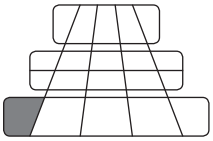


Figura 4.4
Sistemas de información por nivel y por funciones organizativas

En algunos casos, estos ejemplos pueden ser sistemas en sí mismos, en otros casos son funciones de sistemas más amplios.

4.2.1 Sistemas de marketing y ventas

a) Ejemplos de sistemas de información de marketing y ventas a nivel operativo (TPS)



- *Gestión de marketing directo o mercadotecnia orientada:* algunas empresas, incluso algunas pequeñas, utilizan aplicaciones de tecnología de la información para hacer promociones de sus productos y servicios.

  Una forma simple y muy económica es mediante el envío de mensajes de correo electrónico, el cual se ha convertido en un método por demás controvertido, al cual algunos consideran contraproducente por la sobreabundancia de este tipo de publicidad.

  Otras empresas realizan *mailing* por correo convencional, distribución de folletería, campañas de telemarketing, entre otras.

  Para definir su mercado objetivo, las empresas reúnen datos de donde pueden: de sus propias transacciones de ventas, de la captura directa de información a través de campañas de promoción, de análisis de la navegación de usuarios por distintas páginas de internet, o directamente de la compra de información a terceros, siendo también estas prácticas por demás controvertidas y susceptibles a críticas por la invasión a la privacidad que ellas implican.

- *Automatización de la fuerza de venta:* es el equipamiento y conectividad directa entre los vendedores y representantes comerciales con los sistemas de información de la empresa mediante computadoras portátiles o asistentes digitales personales (PDA).

Automatización de la fuerza de ventas con PDA[28]

Muchas Pymes automatizan su fuerza de venta equipando a sus vendedores con PDA (*Personal Digital Assistant*). También existen otras posibilidades para automatizar la fuerza de ventas como son los colectores o mediante tecnología WAP (servicio que, en Argentina, brinda la firma Nextel) o incluso por mensajería de texto mediante el uso de teléfonos celulares. Pero cuando la falta de un teclado completo dificulta la tarea, en particular cuando la cantidad de productos a identificar es significativa, la opción más elegida son los PDA.

Esto es lo que le sucedió a algunos distribuidores mayoristas (que operan en el rubro de cigarrillos y golosinas), los cuales pueden superar en algunos casos los 1.600 puntos de ventas y quinientos pedidos diarios. Para ello se puede proveer de Palms a sus vendedores para poder llevar a cabo los módulos de rutas de visita, toma de pedidos, cuenta corriente de clientes, objetivos de ventas, histórico de pedidos, mensajería entre empleados, cobranzas y facturación.

Los distribuidores de este rubro tienen que cumplir tiempos de entregas muy cortos y son penalizados por los fabricantes si se detectan problemas de abastecimiento en los puntos de ventas.

Un proyecto de este tipo puede demandar una inversión de US$15.000 (US$10.000 en 14 Palms, US$5.000 en desarrollo e implementación) con un abono mensual por mantenimiento y soporte de $600.

Estos costos se justificaron con el hecho de que los vendedores no deben ir todos los días a la empresa a entregar sus planillas de pedidos, pero fundamentalmente el margen de error se redujo del 15% al 4% y los tiempos de entrega pasaron de tener una demora de 72-96 horas a 12-24 horas, con lo cual se redujo la posibilidad de las temidas multas de los fabricantes.

- *Procesamiento de pedidos de clientes:* no todas las organizaciones cuentan con una fuerza de ventas descentralizada tomando pedidos "en casa del cliente" y aún las que lo poseen pueden utilizar otros procedimientos alternativos para que los pedidos de ventas de sus clientes se registren en el sistema comercial efectuando los controles, validaciones y comunicaciones definidas en cada organización.

Automatización de los pedidos de clientes en el mercado automotriz[29]

En 1997 se instaló en la Argentina una nueva cadena de comercialización de autos usados. Inspirada en antecedentes de Estados Unidos como Car Max y Auto Nation. Sin embargo, para el lanzamiento local se colocó en

[28] Extractado del artículo "Pedido de mano" en *Information Technology* N° 112, septiembre, 2006.
[29] Extractado del artículo "Software sobre ruedas" en *Compumagazine* N° 126, enero, 1999.

la planta de ventas en Tortuguitas 23 kioscos de autoservicio con un sistema que, en aquel momento, era único en el mundo. Los automóviles comprados por esta nueva cadena comienzan con una recomposición mecánica y de carrocería monitoreada por el sistema que se cumple en el mismo predio.
Luego de la revisión de 160 puntos de inspección, el sistema se vincula con el stock de repuestos disponibles para poner en marcha la tarea de poner en condiciones a cada unidad. Los proveedores de repuestos reciben diariamente una lista de necesidades que están obligados a cumplir en doce horas. Una vez finalizada las reparaciones que hayan sido necesarias, el sistema establece el precio de venta que junto con una foto digital de la unidad, se incluye en el sistema de los kioscos de venta multimedia.
Estos kioscos son el eje de la atención a los potenciales clientes, ya que los vendedores aparecen sólo ante alguna traba o para dar el cierre final a la operación. El sistema conduce a los clientes por las unidades disponibles donde se pueden consultar todos los datos de las unidades, así como formular sus pedidos indicando sus preferencias consultando por formas y plazos de pago y de entrega.
Otra función del sistema es elaborar un plan de pagos personalizado con distintas alternativas de financiación y armar así la operación más conveniente sólo interactuando con el sistema. Los kioscos brindan, además, detalles de la garantía y de los servicios adicionales que pueden ser contratados. Finalmente, todos los datos seleccionados de la operación son impresos con la ubicación de la unidad para poder localizarla en la playa de ventas de once hectáreas que posee la empresa.

Control, autorización y seguimiento de pedidos

Toma de pedidos y cotización de operaciones no convencionales en la industria del seguro[30]

Para algunas empresas aseguradoras las operaciones no convencionales de seguros de automóviles e incendio son aquellas que requirieren de una cotización analizada puntualmente caso a caso. Un ejemplo es la cotización de un seguro para un camión cargado de mercadería que debe atravesar cinco jurisdicciones diferentes. Estos casos deben ser analizados por distintos sectores de la compañía para finalmente preparar un presupuesto estimado al cliente, el cual habitualmente está apurado para definir la conveniencia o no de cerrar la operación.
Para revertir esta situación una compañía de nuestro mercado invirtió US$20.000 en un sistema que facilita el registro del pedido original y sistematiza el flujo del mismo entre los aproximadamente cincuenta empleados que pueden participar en este tipo de operaciones. De esta forma se puede seguir el ciclo de vida de estas pólizas desde que llega el pedido de la misma hasta que termina el proceso, se haya o no logrado concretar la venta. De esta forma también se conocen distintos datos que se utilizaron en el armado de la cotización, los montos y motivos de la misma. Así es

[30] Extractado del artículo "¡Siga esa póliza!" en *Information Technology* N° 122, agosto, 2007.

que se pueden analizar los eventuales factores que pueden haber llevado a perder un negocio y de esta forma generar métricas para ser consideradas en futuras cotizaciones.
Por otra parte, en el caso de pólizas anuales, luego de diez meses de haber efectuado una cotización de una póliza que no se llegó a vender, se sabe qué negocios se están a punto de liberar de un competidor para llegarles con una mejor oferta teniendo en cuenta lo requerido por el cliente originalmente.

- *Control de pedidos pendientes de aprobación*
- *Determinación de condiciones logísticas de entrega*
- *Facturación y determinación de gravámenes sobre la venta*
- *Facturación electrónica*
- *Cálculos de comisiones por ventas*
- *Gestión de cobranzas*
- *Gestión de posventa*

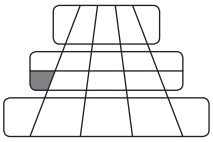
Mejorando la gestión de postventa con tecnología de la información[31]

Uno de los proveedores de equipos industriales, principalmente autoelevadores, comenzó en Argentina, como en el resto del mundo, como un departamento de una automotriz de origen japonés para convertirse en el 2004 en una actividad independiente. Al principio, con setenta empleados y una participación del 20% en el negocio de venta y alquiler de autoelevadores, todo estaba por hacerse. Muchas de las tareas se fueron resolviendo en forma manual. El primer año, con 180 autoelevadores en la calle, la gestión del negocio podía ser resuelta con planillas de cálculo, pero pronto fueron mil los equipos alquilados a los que se les sumaban unos cuatro mil vendidos. Las planillas de posventa se alimentaban de fichas manuscritas hechas por los mecánicos. Así existían múltiples planillas con la misma información, cada área tenía sus propios documentos. Las planillas empezaron a tener un tamaño demasiado grande, casi inmanejable, y no podían ser consultadas ni actualizadas por más de una persona.
Tomada la decisión de abandonar el uso de planillas de cálculo contrataron a una consultora que luego de siete meses de análisis y relevamientos, desarrolló una aplicación para la administración de los equipos industriales, gestión de servicios y reparaciones, planificación de trabajos, administración de horas de trabajo y ausencia de los técnicos, interacción con el sistema contable y reportes de productividad y servicios.

[31] Extractado del artículo "¡No se trata sólo de vender!" en *Information Technology* N° 129, abril, 2008.

El sistema brinda la "historia clínica" de cada máquina que tienen en la calle, desglosada por cliente, zona y condiciones de trabajo en las que se desempeña el equipo.
Para revertir esta situación la compañía invirtió $150.000. Se logró que toda la información esté centralizada y que sea consistente. Cada uno de los veinte usuarios de cuatro áreas distintas tiene un rol en el sistema y sólo realiza las tareas que le corresponde, sin duplicar esfuerzos. En Atención al Cliente se trabaja con mayor información de cada comprador, el área de Posventa genera órdenes de trabajo para su personal, el área de Repuestos gestiona las piezas para cada orden de trabajo, mientras que Administración tiene la certeza que serán facturadas todas las órdenes que correspondan.

b) Ejemplos de sistemas de información de marketing y ventaspara la administración (MIS)



- *Investigación de mercado:* la mayoría de las empresas necesitan promocionar sus productos o servicios para poder colocarlos en el mercado. Para dirigir adecuadamente sus esfuerzos de promoción, es habitual que se realicen investigaciones de mercado para determinar las poblaciones y regiones con más probabilidad de convertirse en clientes rentables. Por esto, los investigadores de mercado mediante encuestas determinan preferencias de los clientes probables, los competidores actuales y potenciales, el desempeño de los productos sustitutos o alternativos, entre otros. Una vez recabada toda esta información se pueden aplicar modelos estadísticos para proyectar ventas estimadas, las cuales son desagregadas por diferentes criterios. Algunas empresas procesan toda esta información para poder compararla con el desempeño real de productos y clientes, a efectos de medir la confiabilidad del modelo de análisis de mercado desarrollado y ajustarlo para futuras proyecciones.

- *Seguimiento de vendedores*

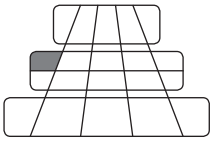
Monitoreo de canales de venta y cumplimiento de objetivos comerciales en una compañía de seguros[32]

Algunas compañías de seguros, así como otras actividades, desarrollan aplicaciones que, siendo accedidas por internet, permiten consultar las metas, logros y desvíos por parte de cada uno de los integrantes de la compañía. De esta forma todos tienen en claro y en permanente actualización que tan cerca o lejos se está de las distintas metas que se establecieron para el cumplimiento de los objetivos comerciales de la compañía. Con esto, el mismo sistema que los responsables comerciales utilizan para monitorear sus canales de ventas, los integrantes de dichos canales utilizan para conocer que tan próximos se encuentran de obtener los premios por productividad que se hayan establecido.

[32] Extractado del artículo "Primas bajo control" en *Information Technology* N° 117, marzo, 2007.

- *Seguimiento de campañas de promoción:* donde se analizan y controlan los resultados de las inversiones en la promoción de los productos o servicios comercializados.
- *Control de devoluciones*.
- *Determinación de stock disponible para la venta:* no siempre el stock físico de productos terminados coincide con las existencias disponibles para la venta. Los bienes ya vendidos pendientes de entrega, los productos comprados o en elaboración pendientes de llegar al inventario y otros múltiples factores, pueden hacer modificar las disponibilidades posibles de ofrecer a los clientes.

c) Ejemplos de sistemas de información de marketing y ventas para el soporte de decisiones (DSS)



- *Análisis por territorio de ventas*.
- *Determinación de precio de ventas*.

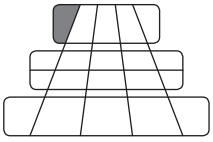
Un DSS en la actividad hotelera[33]

Una de las cadenas de hoteles internacionales que se radicaron en Puerto Madero implementó un sistema de soporte para las decisiones de planificación y mejor ocupación de sus instalaciones, además de mejorar su proceso de asignación de tarifas, otorgamiento de descuentos y promociones. Para la administración de sus 424 habitaciones y 197 unidades de apart, adquirió por US$100.000 un sistema de administración de propiedades denominado Fidelio que cuenta con dos módulos. Por un lado, la administración de cuartos que engloba la facturación de cada cliente durante su estadía. Por otro lado, hay un módulo que opera la venta de banquetes y espacios de los catorce salones que se disponen para convenciones, congresos y exposiciones. Estos módulos se conectan en la medida que es habitual que también se reserven habitaciones para los distintos eventos.
A través de la información que va acumulando a lo largo del año, el sistema cruza los datos de ocupación anual del hotel con información de la competencia y calcula qué valores deben operarse para el resto del año, sugiriendo los precios a cobrar ya sea para los cuartos como para los salones.

- *Fijación de políticas de descuento por cantidad o por financiación*.
- *Planificación de logística de entrega*.
- *Estimación de costos de campañas publicitarias*.
- *Análisis de segmentación de mercado por áreas geográficas, por canales de distribución o por otros criterios*.

[33] Extractado de "IT cinco estrellas" en *Information Technology* N° 44, marzo, 2000.

d) Ejemplos de sistemas de marketing y ventas a nivel estratégico (EIS)



- *Tablero de control de indicadores comerciales*

Tablero de control comercial en un laboratorio de especialidades medicinales[34]

Un laboratorio de especialidades medicinales que utiliza como estrategia de negocios la diferenciación dentro de la industria farmacéutica, tanto en sus productos como en su servicio, se encontró en el año 2006 con que sus cuatro productos principales le hicieron facturar $380 millones; lo cual significaba que para apoyar su estrategia de diferenciación debía analizar los distintos perfiles de venta, capacitar a la fuerza de venta y optimizar cada línea de producto. Para ello desarrollaron una herramienta para tener información certera y fácil de usar por los visitadores médicos. "El visitador no debe perder tiempo en elaborar informes porque no es un analista sino un portador de novedades" según afirmaba el Director de Marketing del Laboratorio...

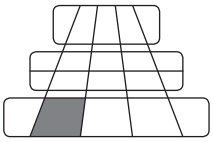
Para comprender la problemática de la industria farmacéutica hay que tener en cuenta que el circuito de comercialización no es solamente de producción, distribución y venta, sino que en los medicamentos que no son de venta libre entran en juego los visitadores médicos y los profesionales que pueden recetar un medicamento u otro. En esta empresa se realizan unas quince mil visitas mensuales a médicos, tiene en total 200 productos, 260 visitadores médicos y 20 supervisores.

Las fuentes de información para elaborar el tablero fueron, además de los informes de los visitadores, los informes de la auditoría médica, los ficheros de muestras entregadas y los informes de dos consultoras diferentes que venden información sobre el mercado farmacéutico, prescripciones médicas y consumos de medicamentos.

Para desarrollar el tablero de control optaron por una herramienta de la firma Microstrategy, la cual, junto con la tarea de dos consultores del proveedor, personal de análisis de marketing y de sistemas del laboratorio, puso en marcha la herramienta en cinco meses con una inversión de US$56.000 luego de superar algunos inconvenientes iniciales en el tiempo de respuesta de la aplicación.

4.2.2 Sistemas de manufactura y producción

a) Ejemplos de sistemas de manufactura y producción a nivel operativo (TPS)



Estos sistemas, a los que a veces se los denomina sistemas de manufactura integrada por computador (CIM*, Computer Integrated Manufacturing*), reúnen distintas aplicaciones para planificar, analizar y controlar la transformación de materia prima en productos terminados. Estas aplicaciones se agrupan en dos tipos de sistemas:

[34] Extractado del artículo "Receta inteligente" en *Information Technology* N° 114, noviembre, 2006.

a.1) Sistemas de planeación de recursos de materiales (MRP, Material Requirements Planning)

Cronológicamente hablando, estos fueron los primeros sistemas de manufactura que se desarrollaron en la década de los setenta y su objetivo era dar respuesta a las preguntas de cuánto y cuándo pedir los materiales que necesita una empresa para cumplir con un plan de producción.

Uno de los aportes de estos sistemas ha sido el análisis del tiempo de respuesta que tiene una organización para la elaboración o aprovisionamiento de cada uno de sus productos. Sin embargo, una de las limitantes de estos sistemas, si se los considerase aislados de los sistemas de programación de la producción que veremos más adelante, es que se asume que la capacidad de producción es ilimitada al considerar solamente los requerimientos de materiales para el cumplimiento de las órdenes de producción. Es decir, que estos sistemas consideran al plan de producción como un dato a ser determinado fuera del alcance de los mismos.

Algunas de sus funciones son:

- *Sistema de control de producción con actualización automática de stock*

Uso de dispositivos de radio frecuencia para conocer el stock de productos[35]

Uno de los tres principales fabricantes de cajas de cartón corrugado que produce 110 millones de metros cuadrados en cajas de cartón debe adecuar su producción a las distintas especificaciones de calidad y tamaño de cada uno de sus clientes.

Para mejorar su control de producción colocó dispositivos de identificación por radiofrecuencia (*RFID, Radio Frecuency Identification*) en cada uno de los *pallet* que se producen en su planta. Los *pallets* son las cajas de embarque que, según el tamaño de las cajas producidas, pueden contener aproximadamente mil cajas cada uno. Para ello utilizaron una impresora que a la vez que imprime una etiqueta de identificación, graba también los datos del lote de producción, la cantidad de cajas en *pallet*, el número de orden de producción y la fecha y hora de producción.

Se definieron tres puntos de control, la salida del producto terminado de la línea de producción, la salida del control de calidad y la salida del almacén. En cada uno de ellos mediante antenas se puede leer el paso del *pallet* con la etiqueta mediante una señal de radiofrecuencia.

El costo de la impresora y del dispositivo al que se conectan las antenas son los componentes más costosos de la instalación (US$5.000 cada uno). Cada antena cuesta US$500 y cada etiqueta US$0,05. Estos costos no les parecieron excesivos al fabricante, ya que se aplicaron al control de cada *pallet* cuyo valor aproximado es de $500.

- *Registro de transacciones entre depósitos y valorización de inventarios según distintos métodos aplicables*

[36] Extractado del artículo "Cajas bajo control" en *Information Technology* N° 101, septiembre, 2005.

- *Gestión de compras administrando la información de los proveedores potenciales de cada bien o servicio requerido*, gestionando las solicitudes de cotización enviadas a los mismos, registrando sus cotizaciones y asistiendo en la determinación de la mejor oferta. Cuando estas funciones se realizan apoyadas en transacciones mediante internet se suele denominar a estas aplicaciones con el nombre de *e-procurement*.

La gestión de compras por internet en Argentina[36]

Si bien a escala mundial sucede algo similar, particularmente en Argentina son muy pocos los casos en que se ha adoptado el modelo de compras electrónicas (*e-procurement*) a pesar de ser un concepto que tiene varios años. Los motivos de esta situación pueden ser varios: por un lado están los costos adicionales para los proveedores, la desconfianza de los usuarios en que la información de sus proveedores sea accedida por terceros o, en definitiva, no obtener un retorno por la inversión que debe realizarse.

Sin embargo, hay algunas experiencias que aplican este concepto con éxito. Tal es el caso de una empresa que nació como un portal para sistematizar y unificar las compras del principal grupo siderúrgico de Argentina con múltiples ramificaciones en otros sectores, sumando a escala mundial más de cien empresas con sesenta mil empleados. Las compras de la mayoría de las empresas del grupo las concreta una organización que actualmente cuenta con quinientos empleados encargados de gestionar un total de compras a nivel mundial que alcanza los US$6.800 millones, de los cuales US$600 millones corresponden a Argentina, incluso prestando sus servicios a empresas ajenas al grupo.

Uno de los inconvenientes que tuvieron que superar fue la normalización de todos los materiales que se pueden requerir. Para lograrlo implementaron un sistema específico para dar de alta cada bien y definir sus características y componentes así como los criterios de aprobación de los mismos. Algo similar sucedió con los proveedores que debieron ser identificados y analizados por cada una de las empresas del grupo.

En la actualidad, ya superados esos inconvenientes, están diseñando un puesto de trabajo único para los compradores de cualquier empresa, más allá de los diferentes sistemas de gestión que cada empresa pueda tener. Para ello se está utilizando el concepto de BPM (*Business Process Management*) para poder medir su operatoria.

Otro caso diferente de aplicación de este concepto de *e-procurement* se puede encontrar en el sector público que ha incursionado en esta modalidad de gestión poniendo en marcha el portal Argentina Compra donde se suben todas las licitaciones de más de novecientos organismos de la Administración Pública Nacional. Este sitio, dependiente de la Oficina Nacional de Contrataciones, en un principio sólo fue utilizado para la publicación de contrataciones y luego, en una segunda etapa, se lo utilizó para realizar algunas de las operaciones de compra propiamente dicha mediante el Sistema Electrónico de Contrataciones Públicas (SECOP) para compras menores a $10.000, que representan compras por $900 millones, el 40% de total. De esta manera se pretende comprar en tiempo y forma, reducir costos y generar transparencia en la operación. El sistema ha sido probado

[36] Extractado del artículo "¿La gran oferta de la IT?"en *Information Technology* N° 131, junio, 2008.

en la Superintendencia de Salud y se lograron reducciones del tiempo de compras, en algunos casos, de cuatro meses a quince días.
En escalas menores, y volviendo al ámbito privado, está el caso de una clínica de atención médica que decidió canalizar las compras del material descartable y medicamentos por un total mensual estimado de $350.000. La principal dificultad que afronta este proyecto es convencer a los proveedores potenciales que todavía no utilizan esta herramienta en incorporarse a la operatoria. La inversión para este desarrollo ha sido de $60.000, más un abono mensual de $6.000 y se espera poder lograr que los cinco compradores de la Clínica puedan modificar la asignación de su carga de trabajo, ya que dedicaban el 80% de su tiempo a tareas administrativas y el 20% restante a negociación estratégica con los proveedores.

- *Gestión de reposiciones de bienes por manejo de stock de seguridad por artículo, punto de pedido y topes de reposición.*

Una empresa familiar de La Plata controla el stock de su casa central y catorce sucursales[37]

En el negocio de la pintura, como en tantos otros, que un cliente no encuentre el color, tipo o tamaño de pintura que busca se resuelve preguntando en otro negocio. Así lo entendieron en una pinturería surgida en la ciudad de La Plata en la cual, una vez que llegaron a sumar catorce sucursales, implementaron un sistema de stock centralizado que asegure que lo que sobre en un local no esté faltando en otro.
La solución adoptada fue instalar sistemas en cada sucursal, los cuales a las 19:30 horas, luego del cierre de la atención al público, envíen a casa central el total de movimientos de la misma para consolidarlo y quedar listos para que a las 06:30 horas del día siguiente se realicen todos los movimientos de stock así como el reaprovisionamiento de los niveles de existencias en el depósito central. Así fue como pudieron seguir creciendo hasta las actuales veinte sucursales distribuidas entre La Plata, Beriso, Ensenada, City Bell, Gonnet, Ringuelet, Los Hornos y Brandsene, implementando un servicio de entrega a domicilio bajo el lema "Siempre cerca suyo".

- *Administración de existencias por partidas, despachos de importación o series, talle y color en vestimenta.*
- *Conversión automática de unidades de medida, administración de existencias por conversión de medidas de almacenamiento.*
- *Administración de diferentes estados de bienes almacenados*
- *Control de movimiento de inventarios y logística.*

[37] Extractado del artículo "El stock tan temido" en *Information Technology* N° 31, abril, 1999.

Empresa líder en logística reemplazó el uso de PDA de radiofrecuencia por un sistema que utiliza Wi-Fi y que se activa por la voz del operador[38]

Para realizar la administración de los productos de uno de sus principales clientes dedicados a la fabricación de alimentos y golosinas (1.800 productos diferentes con 400 pedidos diarios y 2.000 toneladas mensuales de producción), se requiere de un grupo de operadores que, manejando autoelevadores, armen la estiba de cada uno de esos pedidos diarios seleccionando los distintos productos a entregar a los clientes. Para ello implementaron una aplicación compuesta por un dispositivo PDA sujeto al cinturón de cada operador, un auricular y un micrófono. Cada operador, mientras conduce su autoelevador a medida que va completando un ítem del pedido, responde "listo" al sistema que le indica cuál es el siguiente producto a cargar. De esta manera, sin planillas, ni teclados ni pantallas que estar mirando, el operador se concentra con sus dos manos libres en su tarea logrando mayor productividad y seguridad.

En este caso uno de los factores que se tuvieron en cuenta fue la rápida capacitación de los operarios (estimada en dos horas) lo cual es crítico en este negocio ya que hay épocas *peak* en el año que demandan la contratación de personal temporal por pocos meses.

En cuanto a los costos se debieron tener en cuenta que una terminal de radiofrecuencia cuesta US$2.200, un dispositivo de este tipo con capacidad de procesamiento de voz asciende a US$3.700, pero en su lugar los gastos de mantenimiento son menores y no hay posibilidad que se rompa una pantalla o un escáner. El costo total para equipar los diez puestos fueron en total US$60.000, sumando las terminales, equipos y licencias de software.

- *Determinación de fórmulas de producción por productos, subproductos y mermas*.
- *Trazabilidad de producción:* consiste en encadenar los datos de la producción de un determinado producto o lote de producción identificados unívocamente de forma tal de poder conocer los subconjuntos, materias primas y procesos de elaboración que intervinieron desde la producción hasta que el bien llega al consumidor final. Es decir, que para lograr describir la trazabilidad de un producto se debe identificar todas las etapas de comercialización y procesos provistos por terceros. De esta forma, ante una falla o defecto en un producto, se puede identificar en forma rápida y económica el origen del inconveniente y el resto de los productos afectados por la misma.

[38] Extractado del artículo "Una voz en la terminal" en *Information Technology* N° 118, abril, 2007.

Empresa de biotecnología incorpora trazabilidad en sus procesos[39]

Una empresa de biotecnología dedicada a la fabricación y distribución de vacunas para la sanidad animal tuvo un crecimiento vertiginoso. Creada en el 2004, en 2007 ya alcanzó ventas por $8 millones y tiene planes de alcanzar los $18 millones anuales. Este crecimiento desató una mayor complejidad de procesos, volúmenes de transacciones y negocios.

Así fue que decidieron reemplazar sus sistemas de gestión para poder realizar la trazabilidad de sus productos, llevar la información contable, manejar el stock y tener el pronóstico de ventas para poder planificar las necesidades de materias primas.

Para el proyecto invirtieron $345.000 ($100.000 en software, $75.000 en consultoría y $120.000 en hardware).

Se implementaron los siguientes módulos: administración y planificación de ventas, logística y abastecimiento, comercio exterior, planificación de seguimiento y control de producción, costos industriales y control de calidad.

El nuevo sistema posee una interfaz por la cual se conecta directamente con balanzas electrónicas utilizadas para pesar las materias primas y los productos elaborados durante el proceso de producción. La aplicación también permite la conexión con dispositivos móviles con los cuales se realiza la toma de inventarios en forma remota. Esta aplicación satisface la necesidad de los 45 usuarios del laboratorio. Para los ejecutivos ha sido clave, además de resolver la trazabilidad, disponer de un módulo de planificación de requerimiento de materiales (MRP) que posibilita estimar el abastecimiento y la producción en base al pronóstico de ventas.

a.2) Sistemas de programación de la producción (MRS , Master Production Scheduling)

Estos sistemas están orientados a planificar las capacidades de producción de una empresa identificando sus centros de trabajo y definiendo para cada uno de ellos la disponibilidad de sus recursos.

De esta manera se logra la planificación de las necesidades de capacidad de producción, que si se confronta con la capacidad disponible por cada centro de trabajo, puede determinar la necesidad de modificar la capacidad proyectada para los diferentes centros de trabajo, la subcontratación de recursos o la modificación de las fechas de las órdenes de producción.

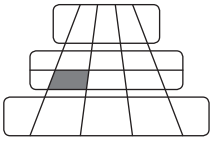
Algunas de sus funciones son:

- *Programación de la producción.*
- *Determinación de requerimientos de mano de obra, de uso de maquinarias y tiempos de elaboración.*
- *Control de equipos y programación de planta.*

Cuando este tipo de sistemas se integra junto con las funciones que vimos de los sistemas de planificación de recursos de materiales, estamos frente a lo que se denomina un sistema de planificación de recursos de fabricación (MRP II).

[39] Extractado del artículo "Cambiar para crecer" en *Information Technology* N° 128, marzo, 2008.

b) Ejemplos de sistemas de manufactura y producción a nivel administrativo (MIS)



Algunas de las funciones que como mínimo debería disponer una organización productiva en este tipo de sistemas son:

- *Control de inventarios*
- *Control de rotación de productos*
- *Control de costos de producción*
- *Control de máquinas*
- *Control de procesos*

De todas formas, en estos casos no es frecuente contar con un sistema de control a nivel administrativo diferenciado de los sistemas operativos de procesamiento de transacciones. Habitualmente ambos tipos de aplicaciones se encuentran integradas en un único sistema procesando las transacciones y brindando información para el control.

Es posible sí, encontrar aplicaciones puntuales para cubrir algunas funciones que no brindan los sistemas transaccionales o que no las realizan conforme a determinados requerimientos de las organizaciones.

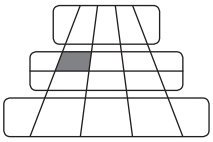
Un fabricante de ropa infantil modificó el ciclo de producción para integrar a los 22 locales de la cadena a la venta mayorista y a la exportación de sus productos[40]

Todos los sistemas de uno de los tres principales fabricantes de ropa infantil están tercerizados en un proveedor al que se le contrata todas las soluciones informáticas como un servicio. Por lo tanto, la compra de productos terminados a los talleres, la compra de materias primas y la generación de pedidos de telas con todo el seguimiento posterior, se encuentra informatizada dentro del servicio que le brinda su proveedor.

Esto sucedía así hasta el 2006 cuando esta empresa quiso dar un paso más y desarrollar un sistema de información que le permitiese, cuando empieza una temporada y basándose en estimados de ventas, determinar cada tipo de insumo requerido, así como definir quién se encarga de la producción y de controlar cada etapa del proceso productivo.

Es decir, que a partir de un plan de ventas se logre formular un plan de producción que sirva para proyectar compras a la vez que permita analizar desde la planificación global del negocio a lo esperado para cada producto en particular.

c) Ejemplos de sistemas de manufactura y producción para el soporte de decisiones (DSS)



Al lapso entre diseñar la idea de un producto y la creación de un prototipo que pueda producirse masivamente se le conoce como tiempo de ingeniería o tiempo para llegar al mercado. Esto incluye

[40] Extractado del artículo "Sistemas talle cero" en *Information Technology* N° 122, agosto, 2007.

el tiempo de gestación de la idea, el desarrollo del concepto, la creación de maquetas, la construcción de prototipos, la prueba y la planificación de la producción.

Algunas de las funciones de este tipo de sistemas son:

- *Diseño asistido por computador (CAD, Computer Aided Design)*
- *Simulación y prototipos de productos*
- *Diagramación de la producción*

Sistemas para la planificación del ciclo de vida de los productos (PLM, *Product Lifecycle Management*)[41]

Según algunos desarrolladores de software las empresas de consumo masivo derrochan mucho tiempo en colocar sus productos en el mercado. Por ejemplo, en promedio demoran seis meses en diseñar una nueva botella para un champú, mientras que la industria automotriz se demora un año en lanzar un nuevo auto al mercado.

Uno de estos desarrolladores de origen francés resolvió instalar una sucursal en Argentina y desde allí competir con otras empresas en la puesta en marcha de sistemas para facilitar el desarrollo de nuevos productos. Entre el software que comercializan cuentan con aplicaciones capaces de crear productos en forma virtual. O también software para crear tests virtuales y para simular el desempeño de productos, tal como lo hacen algunas empresas fabricantes de teléfonos celulares. Otras aplicaciones son capaces, además, de simular la producción de una planta fabril. También hay otros sistemas orientados a que los ingenieros, desarrolladores y especialistas en marketing puedan compartir sus avances en el diseño de un nuevo producto en forma colaborativa.

- *Pronósticos de producción*
- *Planeación de requerimientos de materiales*
- *Planeación de capacidad de planta*
- *Programación de producción mínima*
- *Ingeniería asistida por computadora*
- *Planeación de procesos asistida por computadora*

Aplicación de la tecnología de la información para reducir el desperdicio en el proceso productivo[42]

Con una inversión de US$20 millones en mejoras de procesos productivos y sistemas de información, una empresa de la industria gráfica, única en el mercado de fabricación de cartulinas, había dejado un detalle descuidado: la elaboración de su planta, con doscientos operarios trabajando,

41 Extractado del artículo "Estamos construyendo nuestra red de socios locales" en *Information Technology* N° 131, junio, 2008.

42 Extractado del artículo "Los recortes también sirven" en *Information Technology* N° 139, noviembre, 1999.

dependía del oficio y la inspiración de un programador de producción que encerrado en una oficina se pasaba todo su tiempo haciendo cálculos para mejorar el aprovechamiento de la materia prima ante cada trabajo solicitado. De esta manera el promedio de desperdicios alcanzaba al 7% de las seis mil toneladas anuales de producción.
La solución a este verdadero cuello de botella llegó luego de invertir US$12.000 con un programa que les permite ordenar los pedidos efectuados, los cuales son ingresados al sistema por los mismos clientes. Una vez confirmada la venta, según el tamaño y cantidad de unidades solicitadas y combinando los plazos comprometidos de entrega, se realiza la programación de los distintos anchos de bobinas y planchas de cartulinas a utilizar. De esta forma se logra minimizar los desperdicios que se producen luego de efectuados todos los cortes para los distintos trabajos solicitados.
Con esta planificación automatizada de la producción se llegó a tener sólo el 1% de desperdicio de materia prima, lo cual hizo que la inversión en el sistema se pagara mucho antes de cumplir un año con su utilización.

d) Ejemplos de sistemas de manufactura y produccióna nivel estratégico (EIS)

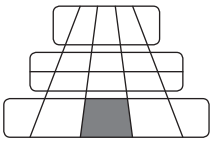
Al igual como sucede con los sistemas para el control administrativo, los sistemas a nivel estratégico en materia de manufactura y producción se encuentran habitualmente integrados con sistemas transaccionales en una única aplicación, pero en todo dichas aplicaciones integradas deben poseer como mínimo funciones para el nivel estratégico de la organización, como por ejemplo:

- *Plan de ocupación de planta, donde se determina la capacidad ocupada y disponible de una planta para un período de tiempo determinado.*
- *Planificación de amortización y recambio de maquinaria.*
- *Evaluación de costos de producción por diferentes métodos productivos.*

4.2.3 Sistemas de contabilidad

a) Ejemplos de sistemas contables a nivel operativo (TPS)

a.1) Registro de cuentas contables



Para definir los planes de cuentas y las características de cada una de las cuentas que los componen, los sistemas contables pueden tener distintas funciones, por ejemplo:

- *Determinación de la estructura y niveles del código identificatorio de cuentas contables.*
- *Definición de cuentas imputables y no imputables*, estas últimas con la única finalidad de agregar datos de cuentas imputables o de facilitar la exposición de las mismas.
- *Definición de centros de costos*. La identificación de los mismos puede estar asociada al número de cuenta contable o ser independiente del mismo, dando así mayor libertad de codificación.
- *Definición de distintos tratamientos posibles para el ajuste por inflación.*

- *Utilización simultánea de más de un plan de cuentas con re-exposición de registraciones según distintos criterios*. Es el caso, por ejemplo, de empresas multinacionales que deben presentar sus balances a sus casas matrices con criterios de exposición diferentes a las regulaciones locales. Otro ejemplo son los casos de estados patrimoniales con finalidad específica, como el caso de los balances impositivos.

a.2) Registro de movimientos contables

La registración de asientos contables puede verse favorecida por diversas funciones, como por ejemplo:

- *Determinación de valor de cambio de asientos en moneda extranjera con distintos criterios de conversión de esta última; posibilidad de su ajuste y generación del asiento correspondiente a las consecuentes diferencias de cambio.*
- *Registración de datos adicionales a la registración por cuentas, comentarios y referencias complementarias a los asientos, vinculación con comprobantes asociados, leyenda final por asientos, entre otros*.
- *Registración de asientos en forma clásica o rápida en formato de planilla. Uso de teclas de registro abreviadas. Cortado, copiado y pegado parcial de asientos*.
- *Registración mediante asientos modelo predefinidos. Prorrateos automáticos de conceptos*.
- *Registración de asientos provisorios o de simulación con su reversión en registraciones definitivas*.
- *Registración automática de contra asientos con la posibilidad de duplicar asientos*.
- *Administración de información a registrar por lotes de información*.
- *Restricción de registraciones contables,* por medio de las cuales se permiten a determinados usuarios realizar algunas funciones que a otros usuarios les están vedadas, como por ejemplo la imputación a determinadas cuentas contables, o la posibilidad de eliminar determinado tipos de asientos, o registraciones limitadas por determinadas sumas de dinero, entre otros.

a.3) Contabilidad multiejercicios

El sistema puede guardar información de estados contables de períodos anteriores. Se puede o no tener un límite de almacenamiento para la cantidad de ejercicios así almacenados. En estos casos el sistema guarda la información con la cual se generó la contabilidad en dichos períodos anteriores. Por ejemplo, los planes de cuentas, centros de costos, tratamientos de ajustes, valuación de operaciones multimonetarias, etcétera, que fueron aplicados a cada uno de los períodos anteriores así almacenados.

a.4) Contabilidad multimonetaria

Además de permitir la registración de asientos en distintas monedas y permitir su conversión a una moneda única, puede determinar resultados por exposición a la inflación y/o determinación de resultados por variación de cambio de las cotizaciones administradas por el sistema.

Resolución de inconvenientes con la contabilidad bimonetaria[43]

Aprender algunas lecciones puede ser caro. A esta conclusión llegaron en una empresa multinacional radicada en el norte de Argentina dedicada al acopio y procesamiento de tabaco. Todo comenzó tras un intento fallido con un costo de US$100.000 que fue lo que invirtió la empresa en renovar la casi totalidad de los sistemas luego de haber optado por la alternativa más cara de todas las analizadas. Este fracaso se produjo fundamentalmente por la incapacidad de contar con un sistema integralmente bimonetario que posibilitara a la filial argentina enviar sus estados contables mensuales a la casa matriz. Resolver este problema demoraba tres semanas de tareas manuales luego que el sistema brindara su cierre contable.

Las demoras radicaban, básicamente, en determinar cuál era la valorización de la moneda extranjera a la cual debían revertirse algunas de sus operaciones. Ante un contra-asiento necesitaban saber el cambio original a que se habían contabilizado la operación para que su reversión no generara resultados ficticios por la aplicación de diferentes cotizaciones de moneda extranjera.

Estas dificultades implicaron que, finalmente, se tuviera que reinstalar una nueva versión del sistema, pero esta vez haciendo participar en el proyecto a profesionales contables en el equipo que desarrollaron la nueva implementación para considerar el tratamiento bimonetario de la totalidad de las operaciones de la empresa.

a.5) Tratamiento de cierres contables

Cada sistema debe definir la forma en que realizará el cierre contable de los saldos pudiendo generar asientos automáticos para tal fin. Asimismo podrá definir limitaciones para la registración de asientos que afecten períodos anteriores.

Por otra parte, un sistema contable debe definir cómo resolverá la posibilidad de registrar movimientos de un ejercicio sin haber cerrado el anterior. Por ejemplo, una empresa, cuyo ejercicio cierra el 31 de diciembre de un determinado año (que puede o no cerrarse automáticamente por el sistema), tiene un plazo para presentar los estados contables con sus respectivos ajustes de cierre de ejercicio, pero mientras tanto deberá empezar con las registraciones del ejercicio siguiente sin haber podido aún determinar el saldo de apertura de las cuentas patrimoniales que estarán a la espera del cierre del ejercicio anterior.

a.6) Generación de informes contables

Esta función consiste en la posibilidad de definir libremente informes conforme a las necesidades de cada contabilidad. Esta función se aplica no solamente a la generación de los cuadros y anexos a la contabilidad, conforme al formato legal de presentación, sino también a distintos informes ad hoc que puedan requerirse como comparativos multianuales, determinación de balances impositivos, determinación de costos por centro de costos, o por líneas de productos, exposición de balances consolidados, determinación de índices financieros o patrimoniales, generación de gráficos, etcétera.

[43] Extractado del artículo "Segundas partes pueden ser buenas"en *Information Technology* N° 84, marzo, 2004.

a.7) Contabilidad multiempresa

El sistema puede posibilitar o facilitar la registración de contabilidades de más de una empresa vinculada con la posibilidad de realizar asientos inter-compañía. Correlación de cuentas entre distintos planes de cuentas de cada compañía, análisis de operaciones entre las distintas sociedades, reversión simultánea de registraciones y generación de balances consolidados.

a.8) Contabilidad presupuestaria integrada

Un sistema contable puede incluir el control de cada transacción que afecte las disponibilidades previstas en distintas instancias o momentos de formalización de una gestión presupuestaria. En este tipo de contabilidad se pueden realizar distintos tipos de controles de cada una de las transacciones con respecto a la disponibilidad de saldos prevista de cada cuenta contable. Estos controles normalmente se realizan antes de registrar la ejecución de cada transacción que afecte a las diferentes instancias presupuestarias definidas. Tal es el caso de la contabilidad pública (con sus instancias de presupuesto aprobado, vigente, comprometido, devengado y percibido), pero también de otras organizaciones que determinan un control presupuestario dentro de su operatoria contable.

a.9) Administración de activos

Administración de bienes de uso, bienes intangibles e inversiones permanentes cubriendo todo el ciclo de vida de los mismos, adquisición, amortización, mejoras, revalúo, ajustes técnicos y baja.

- Facilidades para la identificación y control de bienes, asignación de responsables, identificación para inventarios, aplicación a centros de costos, definición de criterios de amortización contables e impositivos, determinación de moneda de valuación y criterios aplicables. Exposición en anexos para balances de presentación.
- Tratamiento frente al impuesto a las ganancias, identificando criterio de diferimiento impositivo. Informes para facilitar y registrar el inventario físico y su valorización.

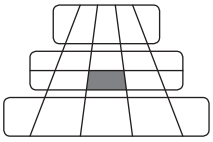
Esforzado reemplazo de un sistema contable[44]

Una empresa internacional especializada en soluciones para el mercado de la salud y sistemas gráficos radicada en Argentina desde 1914, con trescientos empleados y que exporta el 90% de su producción al resto de Latinoamérica, Sudáfrica, Taiwan, Corea del Sur y China, por decisión de su casa matriz tuvo que reemplazar, en todo el mundo, sus sistemas contables migrándolos al módulo de finanzas y control (llamado FI-CO) del proveedor alemán de sistemas integrados SAP. Para ello contrataron a una consultora que aportó cinco profesionales especializados en el tema. Por su parte, la empresa aportó otras seis personas y la participación de los veinte usuarios de la aplicación. El sistema se encuentra en un servidor en la casa matriz en Bélgica y utiliza las redes de comunicación que son propiedad de la empresa con lo cual la infraestructura del sistema estaba lista y para usarlo sólo requerían conectarse al sistema pero previamente debían resolver las cuestiones de personalización de la aplicación conforme a los requerimientos de cada filial.

[44] Extractado del artículo "El capítulo contable" en *Information Technology* N° 122, agosto, 2007.

Originalmente en Argentina pensaron poner en marcha el módulo tal como estaba funcionando en Brasil, pero esto finalmente tuvo que ser descartado ya que para el módulo de Finanzas la filial local requería usar su propio plan de cuentas y encontraban diferencias en el tratamiento impositivo, los instrumentos de pago y los regímenes de amortización de los activos fijos.
Sin embargo, la dificultad principal llegó al momento de migrar los datos del anterior sistema, ya que era imposible perder la historia de los movimientos contables anteriores. Para ello tuvieron que utilizar una aplicación hecha en la casa matriz para vincular los datos de la aplicación anterior al nuevo módulo de SAP.
Luego de un esfuerzo de siete meses de trabajo y 100.000 euros de costo, pudieron poner en marcha la aplicación que no podía demorarse más por el inminente cierre de ejercio contable. Con el nuevo sistema lograron pasar de los cierres mensuales a información contable diaria con la posibilidad de enviar a la casa matriz, en Bélgica, los resultados de dichos cierres el quinto día hábil de cada período. Además, obtuvieron una aplicación más fácil de utilizar y con capacidad de definir consultas personalizadas para cada usuario con el uso de herramientas Office.

b) Ejemplos de sistemas contables a nivel administrativo (MIS)



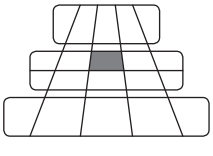
b.1) Control de contabilidad presupuestaria

Como se describió anteriormente, cuando el sistema presupuestario está integrado con cada una de las registraciones contables, hace que la contabilidad presupuestaria sea un sistema de procesamiento de transacciones controlando cada transacción con respecto a una previsión presupuestaria. Pero sin llegar a esa situación, en la cual los controles se realizan en cada transacción, un sistema de contabilidad también puede proveer una función de control a nivel de los saldos de cuentas contables. Así, se pueden generar informes de excepción que verifiquen los saldos alcanzados por las diferentes partidas y los eventuales valores de desvíos en un período determinado. También se pueden analizar la subejecución de valores presupuestados, el cumplimiento de proyecciones, el nivel en que se alcanzaron determinadas metas presupuestarias, etcétera.

b.2) Contabilidad por centros de responsabilidad

Algunos sistemas contables tienen incorporada la posibilidad de "apropiar" movimientos, saldos y/o cuentas a un centro, unidad o individuo al cual se le ha asignado la responsabilidad patrimonial por tales conceptos. Por ejemplo, en la contabilidad pública se identifica la responsabilidad por la rendición de los movimientos de los fondos fijos o cajas chicas y la responsabilidad patrimonial por los bienes de uso.

c) Ejemplos de sistemas contables para el soporte de decisiones (DSS)



c.1) Análisis de costos

A partir de la información generada contablemente, la cual puede ser combinada con otra información que puede o no ser contable, el sistema puede establecer determinados análisis de costos por productos o servicios, que pueden estar analizados por áreas, por zona geográfica, por líneas de producción, o por diferentes aperturas de análisis que sean factibles en base al plan de cuentas utilizado.

Puesta en marcha de un sistema de administración de costos[45]

Con más de cincuenta años de trayectoria, luego de afrontar varios cambios en su composición societaria, una empresa que nació como un taller de reparación de maquinarias para la industria del papel, actualmente se transformó en una organización de fabricación, montaje y venta de todo el equipamiento necesario para esa industria, desde la materia prima hasta la bobina de papel. Radicada en Munro, Provincia de Buenos Aires, ocupa a veinte personas, algunos de ellas en la empresa desde sus inicios.

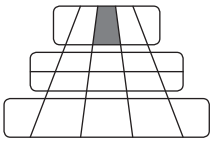
Determinar el costo de una orden de trabajo para la fabricación de una máquina gráfica a pedido era una cuestión que tradicionalmente había sido resuelta basándose en la experiencia de determinados empleados claves. Pero llegó un momento en que la mayoría de su personal, el cual se había capacitado a través de los años en esta tarea, estaba próximo a jubilarse. Con ello se estaba por perder la capacidad de presupuestar los trabajos más complejos, que desde luego son los más rentables.

Esta situación se revirtió instalando un sistema que pudiera administrar las órdenes de proceso y mantuviese un sistema de gestión con manejo de centros de costos.

La mayor dificultad que debieron enfrentar fue producir un cambio cultural para lograr que la información crítica fuera compartida por los diferentes sectores de la empresa.

Luego de cuatro meses de ajustes y puesta en marcha y con una inversión de $36.000 se logró poner en funcionamiento un sistema estándar que, mediante una contabilidad de costos integrada a un módulo de producción, determinara el valor a asignar a cada orden de trabajo.

d) Ejemplos de sistemas contables a nivel estratégico (EIS)



d.1) Análisis de indicadores contables

Los sistemas de información contable pueden determinar y analizar los distintos ratios o indicadores patrimoniales, económicos y financieros.

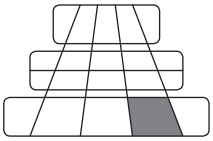
Tales indicadores pueden calcularse en forma automática en base a fórmulas determinadas previamente o el sistema puede permitirnos aplicar a los datos administrados por cada aplicación las fórmulas que consideremos más adecuadas para la obtención de estos ratios. Se determinan de esta manera indicadores tales como los de liquidez, solvencia, días de cobro, endeudamiento y *leverage* financiero, entre otros.

Este tipo de análisis, con indicadores contables a nivel estratégico, es uno de los contenidos habituales en los ya mencionados tableros de control o de comando, los cuales además suelen incorporar otros indicadores financieros y de gestión así como otros indicadores no mensurables financieramente, convirtiéndose como se mencionó en los cuadros de mando integral (BSC*, Balanced Scorecard*), los cuales pueden incluir definiciones de la estrategia de la organización para correlacionarla con los indicadores contables y financieros presentados.

[45] Extractado del artículo "Recambio generacional sin problemas"en *Expand IT* Año 2 N° 10, septiembre, 2007.

4.2.4 Sistemas de finanzas

a) Ejemplos de sistemas de finanzas a nivel operativo (TPS)



Algunas de las funciones de un sistema de estas características pueden ser, por ejemplo:

- *Registro de movimiento de fondos por cobranzas y pagos de distinta índole*. Definiendo para el concepto de "fondos" distintos alcances según necesidades diversas (caja, cuentas bancarias, cheques de terceros, documentos por cobrar, obligaciones a pagar, entre otros).
- *Reposición y liquidación de fondos fijos*.
- *Administración de valores de terceros. Gestión de cheques rechazados. Gestión de cobro de documentos y valores*.
- *Gestión de valores y cheques en garantía*.
- *Administración global de tarjetas de crédito y débito*.
- *Liquidaciones de pagos de tesorería. Determinación y liquidación de retenciones*
- *Determinación de saldos y estados de movimientos de fondos por diversos motivos (aportes de socios, devolución de préstamos, adelantos al personal, sueldos, retiros de socios, etcétera)*.

Tecnología de la información al servicio de la reducción de los tiempos de cobranza DHL reduce los tiempos de cobranza[46]

Una empresa global de logística que factura en el conjunto de todas sus sucursales en América Latina, 240 millones de euros (Argentina aporta US$40 millones) enfrenta la necesidad de mejorar la gestión de cobranzas. En algunos países, los días que median entre la realización de un servicio y la cobranza del mismo llegaban a cincuenta días. Cada día de retraso en la cobranza representa en el total de la región US$500.000 de fondos inmovilizados en la calle.

Los procesos de cobranza de cada país no eran algo sencillo de acelerar. Cada país tiene sus modalidades locales y culturas diferentes en las relaciones interpersonales. Los directivos, a pesar de estas diferencias, necesitaban una plataforma informática común que unificase la información y los circuitos de trabajo. Así se podría medir con la misma vara el desempeño de cada país y establecer pautas claras de cumplimiento.

Para resolver el problema contrataron una solución desarrollada en Argentina muy utilizada en el segmento bancario. Las únicas alternativas evaluadas a este proveedor fueron desarrollos locales de cada una de las filiales de la empresa pero ninguno de ellos estaba disponible mediante aplicaciones Web, lo cual era imprescindible ya que, si bien se buscaba una solución que pudiera gestionarse centralizadamente, debía instalarse en forma local en todas las filiales de la región. Las funciones de auditoría de procesos de cobranza y el análisis de cartera a través de un tablero de control fueron decisivas para adoptar esta solución.

[46] Extractado del artículo "Más vale dólar en mano" en *Information Technology* N° 123, septiembre, 2007.

La inversión fue de US$230.000 y el plazo de ocho meses para lograr instalarlo en los ocho primeros países de la región.
Con esta herramienta se reemplazó la forma de gestionar las cobranzas siguiendo las indicaciones de un manual que decía a los agentes qué debían realizar en cada caso. A partir del nuevo sistema, el mismo genera automáticamente e-mails o cartas a los clientes con las deudas más morosas. Es decir, que el agente de cobranza se encuentra con parte de su trabajo hecho y el sistema le deja tiempo para la negociación y el vínculo con el cliente. Así fue como a un año de la implementación se logró bajar en cinco días el promedio de días de cobranza en la calle.

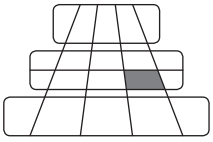
- *Identificación de valores y documentos con el seguimiento de distintos estados (en cartera, entregados, depositados, devueltos, etcétera).*
- *Proyección de cobranzas.*
- *Proyección de pagos.*
- *Liquidación de impuestos a los ingresos brutos.*
- *Conciliaciones bancarias.*

Un conglomerado de empresas dedicadas a la reventa implementa un sistema para la conciliación de tarjetas de crédito[47]

Mensualmente son cerca de un millón de operaciones con tarjetas de crédito, de débito o *tickets* de compra que se generan en un grupo global de organizaciones de ventas constituido por cadenas de hipermercados, *homecenters*, tiendas por departamentos y centros comerciales.
Estas operaciones deben ser conciliadas entre las operaciones de las tarjetas y las liquidaciones de estas ventas, así como también deben ser contabilizadas adecuadamente. Cada una de estas operaciones pueden motivar rechazos, notas de crédito, errores en las tarjetas, cambios de monedas, entre otros, a lo cual se le suma el pago de diferentes impuestos, promociones y la adecuación a las distintas modalidades de trabajo de cada una de las tarjetas.
Para agilizar este proceso de conciliación y registración, se desarrolló un sistema que tomando los datos procesados por cada tarjeta por un lado y los datos del punto de venta (sistema de cajeros) por otro, concilia cada operación con la rendición efectuada por la compañía emisora de la tarjeta.
El desarrollo se realizó en tres meses a un costo estimado de $70.000 y uno de sus principales beneficios fue ampliar el plazo que tiene el grupo de empresas para analizar los contracargos que las empresas de tarjetas realizan cuando la operación no fue concretada de manera correcta, supuestamente por culpa del comercio.

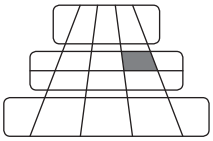
[47] Extractado del artículo "Clink caja"en *Information Technology* N° 101, septiembre, 2005.

b) Ejemplos de sistemas de finanzas a nivel administrativo (MIS)



- *Análisis de flujo de fondos.*
- *Presupuesto de caja o proyección de saldo en bancos según fechas de acreditación estimadas.*
- *Administración de presupuestos financieros con la posibilidad de incluir movimientos estimados.*

c) Ejemplos de sistemas de finanzas para el soporte de decisiones (DSS)

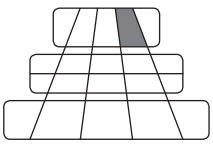


- *Análisis de costo de financiamiento*
- *Sistema de administración del flujo de efectivo (*CMS*, Cash Management Systems)* para realizar el análisis del flujo de caja y disponer transferencias de dinero utilizando transferencias electrónicas de fondos. Estas aplicaciones a veces pueden realizar también modelos de proyección de valores de acciones y bonos en un período determinado.
- *Evaluación para el otorgamiento de crédito.*

Sistemas de calificación para el otorgamiento de crédito
–*scoring* de riesgo–[48]

Las herramientas de *scoring* han demostrado gran eficacia en la predicción del comportamiento de los clientes. Los más difundidos son los *scoring* de riesgo que buscan explicar estadísticamente la morosidad. Las variables que entran en juego se pueden aglutinar en tres grupos: el destino del crédito que se está solicitando, la persona (edad, estado civil, ingresos, tipo de trabajo, antigüedad en el mismo y propiedades) y los antecedentes del cliente cumpliendo con créditos anteriores.
Además de este tipo de *scoring* hay otros que están empezando a tener difusión en el mercado: el *scoring* comercial, que permite estudiar segmentos del mercado y aplicarlo al marketing directo; y el *scoring* de comportamiento, que actúa sobre la base de una cartera de clientes de una entidad para predecir su comportamiento futuro. Además, este tipo de *scoring* permite incrementar automáticamente el crédito a los clientes que hayan cumplido con pautas establecidas previamente o acotar los movimientos a quienes hayan tenido incumplimientos en algunos ítems.

d) Ejemplos de sistemas de finanzas a nivel estratégico (EIS)



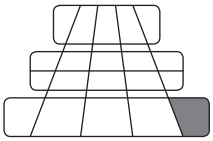
- *Plan de financiamiento de proyectos de inversión donde se analiza el retorno de las inversiones (ROI) a mediano y largo plazo.*
- *Análisis financieros a corto, mediano y largo plazo integrado en las herramientas de tablero de control o de comando ya mencionadas.*

[48] Extractado del artículo "Yo tengo el *scoring*" en *Bank Tech*, agosto 2006.

- *Análisis de indicadores financieros de forma similar a lo que se enunció para los indicadores contables.*

4.2.5 Sistemas de Recursos Humanos

a) Ejemplos de sistemas de información de Recursos Humanos a nivel operativo (TPS)



a.1) Búsqueda y reclutamiento de personal

Este módulo está diseñado para contener toda la información respecto de las demandas de recursos humanos a cubrir en la organización. Esta tarea puede ser desarrollada internamente en la organización o puede ser encargada a otra empresa dedicada a la búsqueda de personal, consultoras de recursos humanos, empresas de personal temporario, u otras, quienes, en ese caso, generan el nexo entre el postulante y la empresa.

Este módulo tiene como objetivo administrar el proceso de búsqueda y selección, determinando fechas e instancias de las entrevistas preliminares, el control de documentación a ser presentada por los aspirantes, identificar a qué proceso de selección corresponde cada postulante, el estado de cada oferta y –en caso de ser rechazada– el motivo.

Se identifican las formas en que cada postulante se acercó a la compañía (publicaciones en los diarios, por medio de bolsas de trabajo de las universidades, por referencias, por presentación espontánea).

- *Acceso de datos de aspirantes mediante el acceso a un portal de empleo.*
- *Definición de perfiles y competencias para requerimientos y búsquedas.*
- *Descripción personalizada de las vacantes y generación automática de vacantes.*
- *Administración, seguimiento y control de campañas de búsquedas, definiendo las relaciones con los terceros que intervengan en las mismas.*
- *Determinación de costos de búsquedas.*

a.2) Selección y administración de postulantes

Permite el registro de toda la información referida a la evaluación de los postulantes, el estado en que se encuentra el proceso de incorporación y el registro de los resultados de dicha evaluación. Se pueden ingresar datos referidos a los postulantes, tanto personales como académicos, los antecedentes profesionales, los resultados de los exámenes a los que fueron expuestos los postulantes y las evaluaciones que realizó la empresa respecto de los mismos.

- *Gestión de entrevistas.*
- *Valoración de idoneidad de los candidatos.*
- *Selección de candidatos entre fuentes internas y externas: portal de empleo, autoservicio del empleado –movilidad interna– y la base de datos de la organización.*
- *Generación automática de cartas y envío de notificaciones por correo electrónico.*
- *Gestión de ofertas y condiciones de empleo pendientes y emitidas.*
- *Soporte al proceso de selección de personal (registros de curriculum vitae, gestión de pruebas de evaluación, clasificación de candidaturas, etcétera).*
- *Administración de las relaciones con terceros vinculados con la selección (evaluaciones técnicas, sicológicas, médicas, informes ambientales, etcétera).*

- *Evaluación de evaluadores*
- *Análisis de la rentabilidad de los procesos de contratación*

a.3) Administración de empleados

El objetivo de este módulo es registrar toda la información relativa al personal durante su desempeño en la organización. Dentro de la información que se puede almacenar de cada empleado, nos encontramos con los datos personales, familiares, capacitación, antecedentes laborales, embargos, etcétera. Estos datos pueden haber sido registrados en los módulos anteriores, pero se registrarán aquí las nuevas modificaciones durante toda la relación laboral. También se registran los datos que hacen referencia a la carrera del personal dentro de la empresa, los puestos desempeñados, las escalas salariales y jerarquías por las que fue ascendiendo, como así también los datos vinculados a las distintas modalidades de contratación (relación de dependencia, contratos de servicios o de locación de obra, pasantías, etcétera). Es decir, que se registrarán en este módulo los distintos contratos firmados con la organización, vigencia y motivos que generaron la renovación de los mismos. También este módulo debe proveer la información requerida luego de la finalización de la relación laboral, en particular la certificación de servicios prestados.

- *Actualización de datos de personal con definición de restricción de consulta y/o actualización de los mismos*.
- *Servicio de auto-consulta*, donde los empleados pueden consultar y actualizar sus propios datos de recursos humanos, examinar sus recibos de nómina y comprobar la información relacionada con los pagos y cómo se calculan.
- *Planificar el tiempo programado de trabajo de los empleados y los turnos*.
- *Organizar el trabajo de los empleados* en lo que respecta a sus días laborables, su tiempo libre, las vacaciones, etcétera, en calendarios que se pueden asignar a distintos centros de trabajo o roles de empleados específicos.
- *Comparar el programa de trabajo planificado con el tiempo de trabajo real, así como las ausencias y las horas extra de los empleados en tiempo real*.
- *Analizar el tiempo programado de un empleado y los datos del calendario de sus tareas asignadas*.
- *Registrar información adicional sobre los incidentes de los empleados y el tiempo de trabajo teórico*.
- *Definir y gestionar puestos y cargos*.
- *Gestionar gráficamente los árboles de unidades organizativas, lugares de trabajo y puestos. Consultar y ver el organigrama por los roles o las posiciones*.
- *Gestionar los lugares de trabajo (centros de trabajo, edificios, oficinas, centros de formación, etcétera)*.
- *Gestión de los derechos de acceso. Privilegiados/autorizaciones a ubicaciones físicas, centros de trabajo y servicios restringidos*.
- *Este módulo puede mostrar la disposición de la oficina dentro de la organización de recursos humanos*. Los usuarios pueden localizar rápidamente despachos, salas de conferencias y equipos como máquinas de fax y fotocopiadoras asignadas al personal.
- *Gestión de perfiles de acceso en la gestión de la seguridad/identidad de las TICs*.

- *Gestión de personal proveniente de empresas vinculadas, reglas de herencia y sistema de procesamiento.*

a.4) Evaluación de desempeño y desarrollo de carrera

Por medio de este módulo se pueden fijar objetivos, tanto de desempeño como de capacitación (individuales o grupales), valorar el rendimiento del personal, ver la evolución de cada empleado y sus posibilidades de crecimiento con el correr del tiempo, para luego comparar el desempeño de los mismos con el que se requiere para el puesto que ocupa.

- *Definir competencias mínimas, promedio y máximas.*
- *Criterios de evaluación y promoción.*
- *Proceso de evaluación de desempeño. Evaluadores, conceptos de evaluación por puesto, instancias de control de evaluaciones. Evaluación de evaluadores.*
- *Definición de plan de carrera.*

Puesta en marcha de un sistema de gestión de desempeño[49]

La empresa líder en Argentina en la fabricación de aceros no planos, actualmente integrante de un grupo internacional, con tres mil empleados distribuidos en diferentes plantas de laminación y transformación de acero, puso en marcha un sistema para medir el desempeño de su personal

El sistema de gestión de desempeño (SGD), el cual operado en todas sus plantas mediante su intranet permite cargar los objetivos concretos de gestión de cada empleado, por ejemplo llegar a un determinado volumen de venta, así como datos de la competencia por cada empleado.

A partir de los resultados obtenidos se estipulan los desafíos para el nuevo año, la capacitación sugerida y en base a diversos indicadores, que incluyen el desempeño individual pero también el de la empresa, se determina el porcentaje del bono de recompensa.

El resultado se expresa en números pero también en conceptos, como "efectivo", "altamente efectivo" o "excelente". Cuando el plan de mejora es aprobado por el jefe directo, el sistema lo envía a través de la intranet a RR.HH. quien centraliza toda la información. Incluso se agregó un *block* de notas en el sistema para que el gerente pueda gestionar toda la información del empleado y volcar allí sus ideas. Así fue como esta herramienta se convirtió en la vía de comunicación principal para la administración de los recursos humanos en la empresa.

a.5) Capacitación

Una de las funciones más importantes para las empresas modernas es la capacitación de sus empleados y los sistemas de información de recursos humanos entran en éste campo por dos vías diferentes. Por un lado se puede contar con un sistema para la administración de la capacitación, pero también se puede utilizar tecnología de la información

[49] Extractado del artículo "La IT, vacante en Recursos Humanos" en *Information Technology* N° 120, junio, 2007.

para realizar el proceso de aprendizaje. En este último caso se puede contar con módulos de capacitación interactiva (actualmente denominados *e-learning*), donde se pueden reproducir situaciones en las que un empleado debe actuar como si se tratara de una situación real. Habitualmente se incluyen pruebas y módulos para la evaluación del desempeño del proceso de capacitación y registro del desarrollo del plan de capacitación.

- *Plan de capacitación*
- *Administración de cursos, docentes, aulas*
- *Evaluación de la capacitación*
- *Proyección de demandas de capacitación*
- *Costos de capacitación*

a.6) Administración de compensaciones y prestaciones

Este módulo, entre otras funciones, administra las licencias del personal conforme a cada modalidad de contratación. Se pueden consultar los motivos y características de las mismas, ya sean por maternidad, estudio, vacaciones, enfermedad u otras. Una vez informadas, y considerando los registros de horarios, el sistema se encarga de tenerlos en cuenta para las liquidaciones.

También en este módulo se pueden administrar otras prestaciones como los seguros de vida, tanto obligatorios como opcionales, con la información de sus beneficiarios, requisitos, límites y coberturas alcanzadas. Lo mismo ocurre con los seguros médicos e información vinculada con la Administradora de Riesgos del Trabajo. Además se pueden administrar los planes de retiro del personal y cualquier otro beneficio que la empresa otorgue.

- *Plan de vacaciones*
- *Estado de licencias anuales asignadas y pendientes*
- *Seguros vigentes, vencidos y a vencer*
- *Rendición de vales al personal*

a.7) Liquidaciones

Los sistemas de información permiten el cálculo de los pagos mensuales, semanales o por hora, de acuerdo con la modalidad de retribución de cada tipo de contratación; así como toda otra compensación económica (sueldo anual complementario, reintegro de gastos, viáticos, premios, etcétera); cálculo de liquidación por cese del vínculo laboral. También se pueden incluir liquidaciones de impuestos a cargo del personal para cumplir con las regulaciones vigentes que gravan la remuneración percibida.

Para iniciar el proceso liquidador deberán ingresarse los parámetros a utilizar para determinar el cálculo de cada uno de los conceptos que integren la liquidación a efectuarse.

Existe una etapa de preliquidación, que sirve de control, para poder corregir errores, para luego cerrar la liquidación, la cual, una vez finalizada, será definitiva y a partir de la cual se procederá a la impresión de los recibos correspondientes.

Este módulo finaliza con la emisión de informes y la correspondiente registración contable.

- *Sistema de asignación de valores.*
- *Herramientas de configuración y definición de reglas para calcular cada uno de los conceptos que intervienen en la liquidación.*
- *Cálculos de retroactividad en base a datos de una situación anterior.*

- *Convertir órdenes de pago en pagos, generando automáticamente cheques de pago o depósitos directos (por ejemplo, por medio de transferencias de fondos desde la cuenta de la empresa hacia la del empleado).*
- *Liquidación de sueldos según convenios laborales vigentes. Emisión de recibos de sueldos y demás registraciones conforme a la normativa vigente.*
- *Apropiación y registro contable de sueldos devengados por centro de costos.*

Liquidaciones de sueldos de usos múltiples[50]

Junto con la actividad bancaria, uno de los negocios que tradicionalmente han vinculado a las empresas con las TICs es la liquidación de sueldos. Tiempo atrás eran muy comunes los centros de cómputos que se dedicaban a la liquidación de remuneraciones para terceros. Con el tiempo, la mayoría de los clientes de esa actividad fueron transfiriendo esa función puertas adentro de sus organizaciones. Sin embargo, actualmente hay quienes piensan que ese servicio aún hoy tiene vigencia como es el caso de un importante estudio jurídico-laboral que cuenta con una docena de clientes diferentes a los cuales les realiza en conjunto más de tres mil liquidaciones mensuales.

Por la diversidad de actividades entres sus clientes, las liquidaciones que se efectúan mensualmente corresponden a veinte convenios laborales diferentes. La liquidación de haberes es engorrosa no sólo porque la legislación se modifica permanentemente, sino porque también mediante los convenios colectivos de trabajo se generan modificaciones que afectan a la liquidación a cada una de las ramas de actividad específica de cada convenio.

Para seleccionar la aplicación que realizará estas liquidaciones, los responsables del estudio tuvieron muy en cuenta la flexibilidad de parametrización para afrontar las constantes modificaciones, la posibilidad de ser multiempresa, multiconvenio y multimoneda, y el soporte local de la herramienta a adoptar. Además, se consideró la forma de licenciar el sistema adquirido a un proveedor local. En este caso el proveedor del sistema elegido determinó que dicha licencia se estipulase en base a la cantidad de liquidaciones y no en base a la cantidad de diferentes empresas con liquidaciones de sueldos.

La herramienta utilizada debía tener la capacidad de tomar los datos de distintas aplicaciones, así como la posibilidad de entregar los resultados de cada liquidación en distintos formatos acorde a los sistemas de gestión que tuvieran los clientes del estudio.

También se consideró la capacidad de registrar información histórica para poder obtener distintos certificados laborales, así como la generación de reportes a pedido. También existe un módulo de auditoría, por el cual se identifica a quien modificó un dato en el sistema.

Los clientes del estudio pueden acceder a la aplicación mediante una página Web usando su contraseña. Según la definición de cada uno de los perfiles de usuario, se determina la capacidad que cada uno tiene de realizar algunas funciones sobre el sistema. De la misma manera, los empleados podrían ingresar diferentes consultas a sus propias liquidaciones o, por ejemplo, conocer la cantidad de horas extras liquidadas en un determinado período, o los días de vacaciones que tienen pendientes o la composición del importe de su aguinaldo.

[50] Extractado del artículo "La TI, vacante en Recursos Humanos" en *Information Technology* N° 120, junio, 2007.

a.8) Medicina laboral

Este módulo permite el registro de la solicitud de exámenes médicos (ya sean pre ocupacionales, periódicos o de egreso), las solicitudes de visitas médicas a domicilio, investigación de accidentes laborales, etcétera.

- *Plan de entrevistas médicas anuales*
- *Historias clínicas laborales*
- *Administración de visitas médicas por justificaciones laborales*

a.9) Generación de información para organismos de control y emisión de reportes

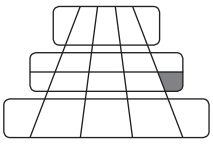
Por medio de este módulo se pueden generar, mediante los listados previstos en el sistema, distintos reportes y archivos necesarios, ya sean para uso interno (como pueden ser presupuestos o informes comparativos) o para su presentación ante entidades u organismos de contralor.

- *Emisión de informes para obras sociales, sindicatos, subsidios familiares, aportes a la ART, fondo de desempleo, configuración de informes para cumplir con requerimientos de organismos oficiales y no oficiales.*
- *Generación de información para sistemas no integrados como el registro y determinación de licencias, control de ausentismo. Sistemas de control de accesos. Sistemas de control de recursos informáticos. Informes a ART.*
- *Manejo de postulantes, capacitación, evaluaciones, sanciones, licencias, vacaciones a partir del módulo de legajos.*
- *Integración con el aplicativo de la AFIP SIAP-SIJP. Retenciones impositivas.*

a.10) Explotación y exportación de datos

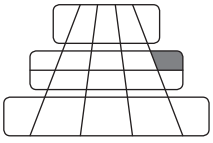
Este es un módulo que posee herramientas de consulta ad hoc no definidas previamente, generación y transferencias de archivos, análisis y publicaciones de información en la Web, administración de distintas comunicaciones por múltiples medios.

b) Ejemplos de sistemas de información de Recursos Humanos a nivel administrativo (MIS)



- *Planificación de reemplazos de personal.*
- *Análisis de políticas de reemplazo.*
- *Soporte al proceso de evaluación del personal.*
- *Herramienta del inspector de nómina para aplicar criterios de control a liquidaciones de remuneraciones.*
- *Control de cumplimiento de licencias según régimen laboral.*
- *Control de liquidaciones de haberes por totales de control.*

c) Ejemplos de sistemas de información de Recursos Humanos para el soporte de decisiones (DSS)



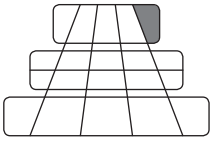
- *Análisis de costo de contratos*
- *Simulación de liquidaciones de remuneraciones*
- *Simulación del costo de desvinculación*

En sus comienzos la principal cadena de comidas rápidas debió resolver problemas de administración de su personal utilizando tecnología de la información[51]

En el año 94 con 42 sucursales en el país, la afamada cadena de comidas rápidas tenía tres mil empleados y pasó a fin de esa década a 173 sucursales con once mil empleados. Los gerentes afirmaban que era inevitable tomar decisiones sin información, lo cual era un conflicto a resolver para una empresa que se considera una meritocracia a la hora de promover a su personal.
En ese momento tuvieron que descartar la posibilidad de hacer un desarrollo interno en la firma, ya que ello hubiera demorado demasiado tiempo; por lo cual con una inversión de UPS 400.000 (300.000 en licencias, implementación y consultoría, y 100.000 en equipamiento) contrataron un desarrollo de la firma PeopleSoft después de evaluar las alternativas de Oracle, Meta 4 y SAP como alternativas. Para la elección, uno de los criterios determinantes fue la capacidad de soporte local de los proveedores de la solución.
De las alternativas evaluadas en ese momento, Oracle fue descartada por sus funcionalidades, Meta 4 fue descartada por su apoyo local y SAP descartada por su costo.
El tiempo demandado en poner en marcha el nuevo sistema fueron diecisiete meses y se basó en una interfaz con el sistema de liquidación de sueldos que ya poseían y el desarrollo de un sistema de competencias que era la funcionalidad que más le interesaba a la empresa.
El sistema de gestión de competencias abarca desde las fases de selección e inducción, entrenamiento, estimación de potencial, promoción, reubicación y desvinculación.
De esta forma, tanto la gerencia de RR.HH. como los supervisores pueden monitorear el desempeño de cada uno de los empleados, confirmar lo que se espera de él cuando fue seleccionado, estimar su potencial, promoverlo, determinar qué tipo de formación puede mejorar su desempeño, fijar su remuneración y de ser necesario administrar su desvinculación. Antes de este desarrollo se trabajaba al revés. "Se tomaba una decisión y luego se cargaba al sistema", afirma el gerente de RR.HH. "Ahora podemos hacer proyecciones y tomar decisiones a futuro, en particular respecto al presupuesto que se hace con tres años de anticipación".
El módulo de Promociones y Transferencias da mayor libertad a la administración de los locales, ya que permite a los más de treinta supervisores transferir o promover por sí solos a empleados de los locales a su cargo. También el sistema le indica a los supervisores su presupuesto para incorporar o promocionar al personal. También calcula la indemnización en forma descentralizada.
La característica del personal es su alta rotación (el promedio es de dieciocho meses) y en la mayoría de los casos es el primer trabajo de sus empleados. Además, buena parte del personal está jornalizado.
Luego de la instalación de la primera versión, la migraron a otra que permite su operación sobre internet llegando con la aplicación a todos los locales y a todos los empleados, donde cada uno tiene la oportunidad de consultar su evolución, actualizar su currículum o hacer su cambio de domicilio.

[51] Extractado del artículo "Sistema del mes" en *Information Technology* N° 40, diciembre, 1999.

d) Ejemplos de sistemas de información de Recursos Humanos a nivel estratégico (EIS)



- *Planeación de recursos humanos*
- *Tablero de control de índices de eficiencia de personal*
- *Informes por excepción de cumplimiento de regímenes laborales*
- *Costos de los recursos humanos por modalidad de contratación*
- *Simulación y proyección de costo de mano de obra*
- *Resultados de evaluación de desempeño por áreas organizativas*
- *Definición de estructuras organizativas*

Integración de Recursos Humanos en un laboratorio de especialidades medicinales[52]

La filial local de un laboratorio suizo, que cuenta con más de mil empleados, realizó un desarrollo de sistemas como una forma de integrar a todo su personal. Incluyeron en la aplicación datos de la cartelera de noticias, los cumpleaños del día, el *houseorgan* del laboratorio, así como también una sección con datos de la compañía como las ventas del mes, ventas acumuladas, comparación con el presupuesto, situación de los primeros cinco productos y las claves del mes.

En esta empresa están convencidos de que hay una sola forma de combatir el "radiopasillo" y es comunicar la realidad tal cual es. Esto es mucho más crítico para los agentes de propaganda médica, 270 en total, que por su trabajo tienen una relación más distante con la empresa, pero que su remuneración está atada a los números de las ventas. Ahora esos números son transparentes para todos. La aplicación también cuenta con fichas de todo el personal para que cualquier persona pueda ser localizada por distintos criterios de búsqueda, así como también el organigrama definiendo en forma clara y actualizada quién depende de quién. Los gerentes pueden conocer toda la información de su personal, su trayectoria dentro y fuera de la firma, así como el historial de remuneraciones y evaluaciones que haya tenido en el pasado.

[52] Extractado del artículo "Gente que integra gente" en *Information Technology* N° 39, noviembre, 1999.

CAPÍTULO 5

LA **INTEGRACIÓN** DE LOS **SISTEMAS** DE **INFORMACIÓN**

Denominamos integración de sistemas de información a la capacidad que tienen los mismos de presentar una visión general, homogénea y única de los distintos aspectos que describen a una organización. Esta visión puede atravesar distintas funciones o niveles, pero en todos los casos se resuelven con una interpretación coherente y con una codificación única de las situaciones que se describen de la organización.

Como la integración de los sistemas de información es una cuestión de grado, en un extremo encontramos a sistemas personales o individuales que realizan las funciones para los cuales fueron diseñados, pero sin nivel alguno de integración, es decir, no se preocupan por las situaciones de su contexto. No tienen previsto importar o exportar datos. Desde ese punto de vista se desempeñan en forma autónoma y sin vinculación alguna con otras aplicaciones fuera de los límites que tengan definidos.

Hay otros sistemas integrables por medio de interfaces. Son sistemas que logran la integración en forma no automática ni directa, sino a través de funciones específicas que permiten vincularse con datos procesados en otros sistemas mediante un proceso específico que tiene como objetivo lograr tal integración.

En este punto es interesante destacar la existencia de sistemas cuyo objetivo es lograr la integración de otras aplicaciones posibilitando que sistemas autónomos que no fueron diseñados para compartir información, se desempeñen en forma coordinada integrando los datos de diferentes aplicaciones.

Estas aplicaciones de integración empresarial (EAI, *Enterprise Application Integration*) proporcionan un software intermediario (*middleware*) que realiza la conversión y coordinación de datos, comunicación entre sistemas y servicios de mensajes, así como el acceso a las interfaces de las aplicaciones vinculadas.

Integración nativa vs NO nativa

Tras invertir US$15.000 los responsables de la gestión financiera contable de un importante grupo asegurador en expansión lograron obtener información de los sistemas operativos de la empresa para la toma de decisiones[53]

Un importante grupo asegurador de origen español quiso llevar a cabo un plan de expansión territorial sumando diversas compañías, con lo cual pasaron de 400 empleados a más de 2000 con 65 oficinas comerciales, 255 delegadas y más de 96 representaciones. Esta expansión se concretó mediante la compra de diferentes compañías, cada una de las cuales tenía su información en diferentes sistemas no pensados para trabajar en conjunto. Extraer datos de los distintos sistemas de emisión de pólizas de seguros para crear reportes de la situación económica y financiera, así como posibilitar el cierre de los distintos balances contables, se convirtió en una necesidad crítica que decidieron resolver sin tener que depender del departamento de Sistemas.

Cada uno de los distintos sistemas de emisión de póliza contienen la información detallada de cada operación. Generar un repositorio único con todos los datos normalizados con un criterio y un formato común implicaría duplicar toda la información de las distintas compañías. Descartada esa alternativa optaron por implementar una herramienta específica que, interactuando con cada una de los sistemas operativos, permitiese a los usuarios del departamento contable extraer la información requerida sin tener que tener toda la información duplicada. De esta forma se puede determinar, por ejemplo, cuál es el siniestro que provocó en una compañía que se superase el promedio de siniestralidad que la misma suele tener.

Un ejemplo que ilustra las posibilidades de la integración de diferentes aplicaciones es el caso de un consorcio de cooperativas de Holanda y del resto de Europa que se unieron para lograr colocar sus productos en las góndolas de los codiciados supermercados de Nueva York. En sólo doce horas de realizado un pedido, este consorcio logra resolver cuál es la forma más eficiente para que lo solicitado llegue al cliente en el menor tiempo posible. Para obtener este tiempo de respuesta y poder competir con los productores californianos, los cuales demoraban dos días en dar respuesta a lo solicitado, tuvieron que integrar los muy diferentes sistemas de todos los miembros del consorcio y así poder determinar quién y de qué manera estaba en mejores condiciones de satisfacer cada pedido[54].

Integración de aplicaciones de negocio en Dell Inc.[55]

Este fabricante de computadores personales analizó que entre sus 75 principales clientes utilizaban dieciocho paquetes de software diferentes para procesar sus pedidos. Esta situación impedía tener un tiempo de respuesta ágil, tanto en los sistemas propios de Dell Inc. como en los sistemas de sus clientes. Dell sabía que lograr que su sistema de ventas se comunique directamente con esas dieciocho aplicaciones diferentes en forma directa sería muy dificultoso, pero necesitaba tener una forma más directa de conectarse con sus clientes.

[53] Extractado del artículo "A solas con el dato" en *Information Technology* N° 126, diciembre, 2007.
[54] Extractado de un artículo de Ramón Perticarari para revista *IDEA*, julio, 2001.
[55] Extractado de O´Brien y Marakas, *Sistemas de Información Gerencial*, Mc Graw Hill, 2006.

Por eso contrató un software de integración entre distintas empresas. El mismo pasó a actuar como un traductor de aplicaciones que mediante la Web permite comunicación instantánea a los sistemas internos de negocios de cada uno de sus clientes. A partir de esta implementación, un cliente que necesite conocer información de los productos de Dell obtiene información directamente desde sus propios sistemas. Con esta interfaz una consulta de un cliente de Dell se puede convertir en un pedido en línea, el cual, analizado y aprobado por ambas partes, se transforma en una operación comercial ya procesada por los sistemas del comprador y del vendedor en menos de sesenta segundos.

También es mediante este tipo de soluciones que muchas empresas de auditoría acceden a la información de los sistemas operativos de sus clientes. De esta forma obtienen datos de muestras, realizan controles, vinculan y entrecruzan información en sus propios sistemas para realizar las distintas auditorías que les hayan solicitado.

Otras veces estos *middleware* vienen a solucionar otro tipo de inconvenientes. Ello sucede, por ejemplo, cuando una aplicación no realiza una determinada función y no se puede, o no es conveniente, modificar el sistema o reemplazarlo. En estos casos el *middleware* permite hacer participar a otro sistema o módulo que realice la función requerida intercomunicándolo con la aplicación original, la cual permanece inalterada.

Un *middleware* va al rescate de los sistemas operativos de uno de los principales bancos de la Argentina[56]

Cuando una nueva gestión asumió la conducción de uno de los principales bancos oficiales de la Argentina se encontró con la superposición de sus aplicaciones centrales. En el 2001 la Dirección del Banco había decidido pasar de su antiguo sistema a otro desarrollado por el Banco Popular Español. Pero a mediados del 2005 sólo 87 de las 378 sucursales habían migrado del viejo al nuevo sistema. Esto debido a que el nuevo sistema no contemplaba algunas operaciones que se realizaban en algunas de las sucursales y la modificación requería bastante tiempo para llevarla a cabo. El hecho de manejar dos aplicaciones operativas gigantes en forma simultánea planteaba muchos problemas en el computador central, también en los empleados y sobre todo en los clientes que, cuando comenzaban un trámite en una sucursal, sólo podían continuarlo en otra sucursal si ambas utilizaban el mismo sistema.

Para superar esta situación se resolvió construir un *middleware* que sirviera como una interfaz que comunicase a ambos sistemas. De esta forma los clientes dejaron de percibir la existencia de dos sistemas diferentes y se obtuvo el tiempo necesario para realizar las modificaciones requeridas en el nuevo sistema, permitiendo finalmente su puesta en marcha en la totalidad de las sucursales.

También es mediante este tipo de sistemas de interfaces que se pueden implementar las aplicaciones basadas en distintas plataformas tecnológicas. Es el caso, por ejemplo, de

[56] Extractado del artículo "Proyecto de Sur a Sur" en *Information Technology* N° 124, octubre, 2007.

los dispositivos inalámbricos que vinculan datos entre una plataforma móvil (teléfonos móviles, *pagers* interactivos, PDA y distintos equipos portátiles) y los sistemas centrales. Probablemente el diseño de cada uno de estos dispositivos no fue realizado con la capacidad de trabajar integradamente entre sí, pero es mediante *middleware* que se logra resolver esa falta de integración.

Así es como se pueden comunicar de ida y de vuelta estos dispositivos y lograr la integración entre sistemas de trabajos en grupos, servicios de mensajería, sistemas de administración de relaciones con clientes, automatización de personal de ventas, aplicaciones de recursos humanos y todo tipo de sistemas de información.

Por último, existen sistemas de información altamente integrados, los cuales fueron desarrollados específicamente para alcanzar el mayor grado de coherencia e integración automática de sus datos. Es decir, que integran, sin necesidad de intermediación alguna, la totalidad de las funciones que los componen y posibilitan su comunicación con otros sistemas.

Consideramos que la integración de los sistemas se puede dar desde tres puntos de vista diferentes:

1. *Sistemas integrados funcionalmente:* son sistemas que integran en una única solución todos los procesos funcionales de distintas áreas y niveles organizativos.
2. *Sistemas integrados para la toma de decisiones:* son aplicaciones que integran en una única aplicación distintas herramientas para la toma de decisiones.
   Anteriormente nos referimos a los sistemas para el soporte de decisiones (DSS) como un conjunto de técnicas que utilizan herramientas analíticas y de modelación. Los usuarios de estos sistemas pueden encontrarse en cualquier lugar de la pirámide organizacional.
   Por otro lado también nos referimos a los sistemas que se utilizan en lo más alto de esa pirámide, a los que en general se denominan como sistemas de información ejecutiva (EIS) o sistemas de apoyo ejecutivo (ESS).
   En este capítulo analizaremos los sistemas que no son exclusivos de un nivel organizativo, como los EIS o ESS, sino que como los DSS, se pueden aplicar a todos los niveles pero, a diferencia de éstos, se abastecen de la información integrada de toda la organización.
3. *Sistema para la integración de recursos humanos:* en esta categoría agrupamos todos los recursos, herramientas y aplicaciones destinados a lograr una integración de los recursos humanos. Se debe diferenciar este concepto al de "administración" de dichos recursos (este último aspecto ya ha sido mencionado al analizar funcionalmente los sistemas de información).

Ahora nos ocuparemos de los sistemas que, de diferentes formas, tienen por objetivo facilitar el trabajo conjunto y cooperativo de los miembros de una organización. También incluimos en esta categoría los sistemas de gestión del conocimiento que intentan administrar los flujos de conocimiento dentro de la organización buscando que sus miembros accedan colaborativamente al uso del mismo.

5.1 INTEGRACIÓN FUNCIONAL

En la estructura organizativa tradicional, cada departamento o área funcional se centra en resolver las tareas que tiene asignadas de la manera más eficaz y eficiente que tenga a su alcance.

Como bien lo señalan Hammer y Champy (1993), esto es así desde 1776 cuando Adam Smith presentó en su obra La *riqueza de las naciones,* el modelo de organización basado en la división del trabajo mediante la especialización funcional.

Una consecuencia de la especialización funcional es la departamentalización, concepto que, junto con el del alcance de control, que prescribe la cantidad máxima de subordinados que puede tener un supervisor, trae como consecuencia el modelo de organización piramidal que ha llegado hasta nuestros días.

Hammer y Champy (1993) señalan que en la estructura piramidal "cuanto más grande sea la organización, más especializado será el trabajador y mayor será el número de pasos en que se fragmenta una tarea". En este tipo de organización "cuando la compañía quería crecer le bastaba agregar trabajadores a la base del organigrama y luego ir agregando nuevos estratos administrativos según se fueran necesitando"[57].

Al conjunto de tareas en las cuales cada individuo se especializa se llama función.

En cambio Hammer y Champy (1993) denominan proceso al "conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente".

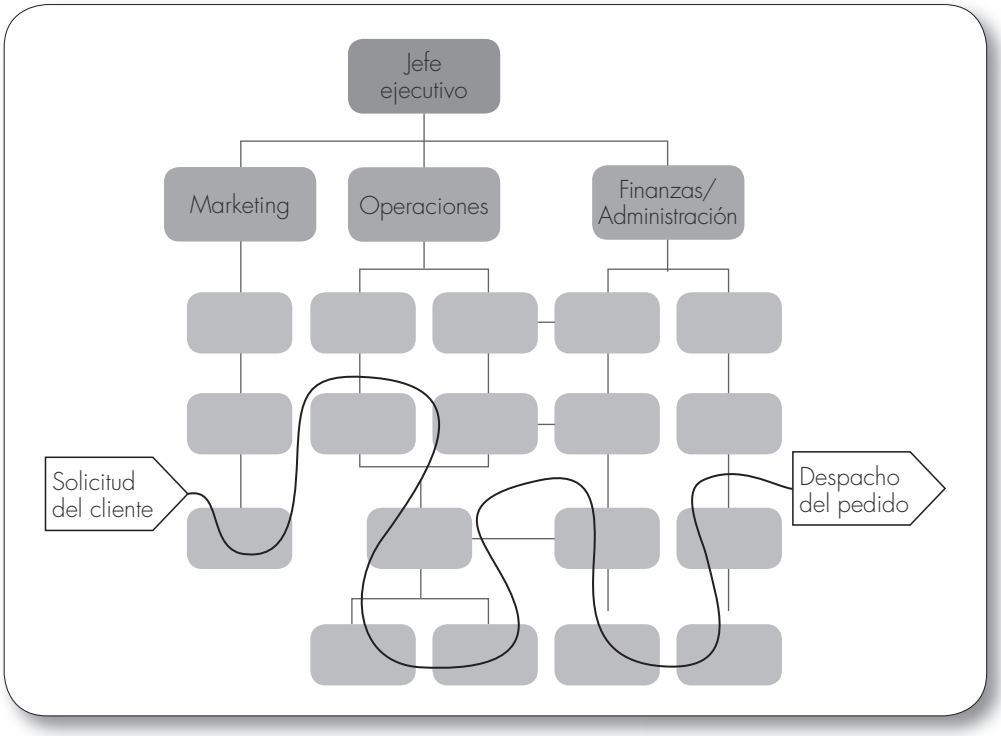
Estos autores también afirman que en las estructuras piramidales "los que forman parte de un proceso miran hacia adentro de su propio departamento y hacia arriba donde está su superior, pero nadie mira hacia fuera donde está su cliente. Los actuales problemas de rendimiento que experimentan las empresas son la consecuencia inevitable de la fragmentación del proceso".

En la **Figura 5.1**, Manganelli y Klein (1995) ilustran cómo fluye un proceso por una organización en forma ineficiente e ineficaz a través de muchos controles y fronteras que las propias organizaciones generan.

> "Toda frontera crea un pase lateral y, por lo general, dos controles: uno para la persona que hace el traspaso y el segundo para la persona que lo recibe. Por lo tanto, cuanto más serpenteante sea el flujo del proceso en una organización, es decir, cuantas más fronteras tenga que cruzar a su paso a través de una corporación, más actividades que no agregan valor se incorporan al proceso"[58].

Figura 5.1

El flujo de información a traves de la estructura organizativa



[57] M. Hammer y J. Champy, *Reingeniería*, Harpers Collins Publisher, 1993.
[58] R. Manganelli y M. Klein, *Cómo hacer reingeniería*, Grupo Editorial Norma, 1995.

La fragmentación de los procesos, derivada de la especialización funcional, hizo que el foco se pusiera en mejorar la eficiencia de las funciones individuales de personas o de departamentos, asumiendo que la mayor eficiencia organizativa se lograría mediante la sumatoria del incremento en la eficiencia individual de cada función.

Sin embargo, al cliente le interesa el resultado final de la actividad global y no el resultado de los trabajos realizados por cada departamento. Por este motivo es necesario adoptar una nueva visión del funcionamiento de la empresa, más orientada al cliente y al resultado global: una visión por procesos.

Por ejemplo, el cliente no va a percibir los grandes logros en términos de eficiencia del departamento de producción con procesos muy eficientes para la entrega de los productos si esa entrega se ve retrasada por problemas de coordinación con el departamento de logística.

El análisis, exclusivamente funcional, buscando la mejora mediante la especialización de las tareas, hace que los problemas se fraccionen y no se llegue nunca a tener lo que Peter Senge (1992) llamó una "visión compartida" de las oportunidades o de las soluciones posibles para los problemas de una organización.

Los sistemas de información, tal como se desarrollaron hasta la década de los noventa y tal como han sido presentados hasta ahora, tuvieron por objetivo resolver problemas o efectuar mejoras "funcionales" de las organizaciones. Es por ello que siguiendo ese enfoque "funcional", el diseño de los sistemas de información se convirtió en causa y efecto de niveles de fragmentación de procesos cada vez mayores.

James Emery en *Sistemas de Información para la Dirección* (1990) justificaba esto afirmando que "históricamente, los subsistemas de información han exigido una independencia considerable, simplemente porque la capacidad de procesamiento de información de que disponían los diseñadores era tan limitada que la tarea sólo se podía cumplir en forma muy fragmentaria. Esta fragmentación se manifiesta, en principio, en la recolección de datos; en la organización de archivos y en el alcance de la computación. En un sistema fragmentado cada subsistema es responsable de la recolección de sus propios datos. 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".

La paulatina incorporación de la informática en las empresas empezó a dar soporte a cada uno de estos departamentos y áreas funcionales en forma separada, reforzando la fragmentación ya existente.

Pero esta forma de desarrollar e implementar sistemas, donde cada departamento se centra en la función que tiene asignada, hace perder la visión global de las actividades de toda la organización. La separación entre las distintas funciones suele dificultar la comunicación entre los departamentos y el flujo de actividades que deben realizarse.

En el pasado, las aplicaciones informáticas estaban orientadas a lograr mejorar la eficiencia, es decir, obtener mayores resultados a menor costo de las tareas administrativas. Esto tuvo como resultado una fragmentación de los procesos administrativos para obtener resultados especializados a cada una de las tareas que se pretendía mejorar.

Diagnosticado el incremento de la fragmentación, con el cual la informática colaboró en un primer momento, fueron varios los intentos en superar esta situación, pero coincidimos con Martini (2004) cuando afirma que "de acuerdo con Hammer y Champy las organizaciones debían replantearse 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 estas afirmaciones y hoy podemos decir, sin miedo a equivocarnos, que la idea de repensar las organizaciones desde el papel en blanco no dio los resultados esperados".

Ya Manganelli y Klein (1993), promotores de una de las metodologías para hacer reingeniería, advertían los problemas de repensar las organizaciones desde cero. El enfoque de la página en blanco, afirman, "es indudablemente atractivo, representa la ausencia de limitaciones, un divorcio de los pensamientos pasados de moda. No mirar para atrás sino hacia delante. Sin embargo, es una ilusión y mucho más difícil de lo que parece".

Cada vez resulta más complejo y tiene mayor nivel de interacciones definir cuál es la mejor forma de gestionar una organización. Cada vez es menos probable que esta tarea sea lograda por un visionario solitario y más un objetivo multidisciplinario en el cual prima la "visión compartida" sobre la creatividad individual.

Las distintas metodologías que se han desarrollado para formalizar cambios radicales reemplazando a los programas de mejora incremental se han encontrado con extrema resistencia en las organizaciones. Esta resistencia a cambios drásticos está dentro de la propia lógica de las organizaciones. Ellas se adecúan mejor a cambiar lo que están realizando cuando este cambio se hace en forma gradual, mensurable y dentro del marco de referencia. Los pocos casos en que los procesos de reingeniería han alcanzado éxitos verificables se han dado junto con un compromiso total de la alta dirección de la organización asumiendo los altos riesgos de revertir totalmente lo que se ha estado realizando previamente.

A pesar de las restricciones de la reingeniería, este concepto ha dejado la enseñanza que las organizaciones deben ser repensadas en términos de procesos y que hoy nos encontramos todavía con muchos sistemas de información que están en conflicto con los objetivos generales del negocio y que atentan contra la visión compartida que toda organización debe tener de sí misma.

Las organizaciones al asumir esta situación han usado nuevamente la tecnología de la información, pero esta vez para integrar procesos que antes esa misma tecnología había ayudado a fragmentar.

Sin embargo, la integración de muchas tareas y procesos traen a las organizaciones gran cantidad de inconvenientes. Muchas veces los mismos ni siquiera pueden ser previstos cuando se inicia este tipo de reorganizaciones, por lo cual muchas empresas prefieren utilizar aplicaciones ya integradas adaptándose a las soluciones propuestas en vez de iniciar el largo camino de experimentar soluciones propias a dichos inconvenientes.

Así es como surgen las aplicaciones altamente integradas que proveen distintos modelos resueltos de integración funcional que asisten a las organizaciones en sus diferentes niveles (ver **Figura 5.2**) y que, actualmente, se conocen en el mercado bajo las siguientes denominaciones:

- Sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, *Enterprise Resources Planning*) **Sistemas integrados -- SAP / Bejerman / JDEdwards**
- Sistemas de administración de relaciones con clientes (CRM, *Customer Relationship Management*)
- Sistemas de cadena de abastecimiento (SCM, *Supply Chain Management*)

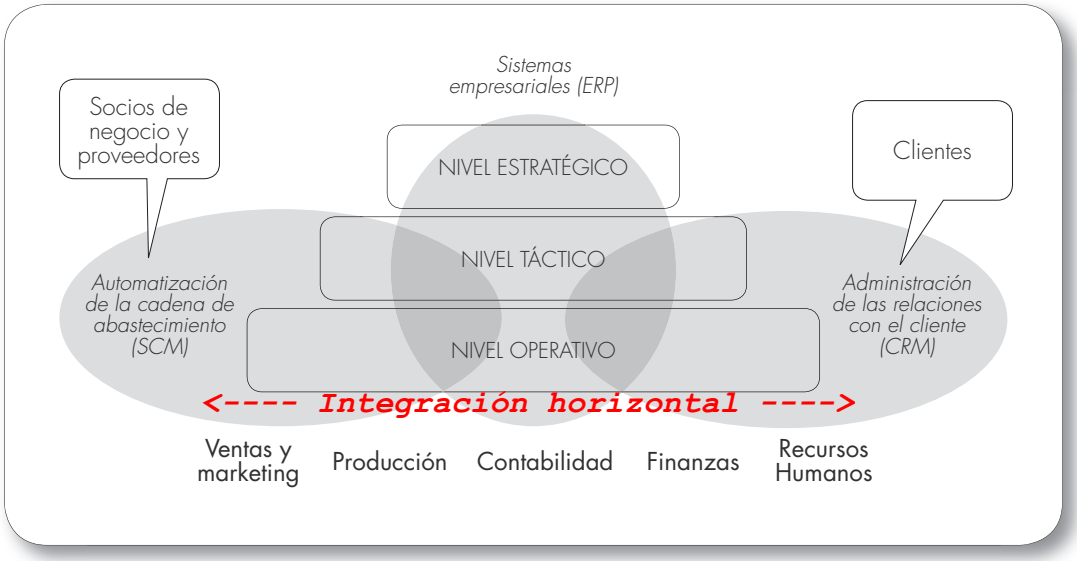


Figura 5.2
Grupos de aplicaciones integradas

De todas formas, no existe unanimidad que sea ésta la mejor forma de agrupar las funciones integradas de una organización. Incluso la realidad del desarrollo de estas soluciones nos muestra que, por ejemplo, cada vez más funciones de la administración de relaciones con los clientes (CRM) son provistas por los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), con lo cual es posible que en algún momento ambos conceptos se fusionen en uno solo.

Según analizan Gómez Vietes y Suarez Rey (2004), "no existe unanimidad a la hora de identificar los principales procesos de la empresa. John Sviokla y otros investigadores de Harvard sostienen que sólo hay dos procesos principales: gestionar la línea de productos y gestionar el ciclo de pedidos. Otros autores como John Rockart y James Short de la MIT Sloan School of Management defienden que son tres los procesos principales: desarrollo de nuevos productos, entrega de productos a los clientes y gestión de las relaciones con los clientes".

Para la presentación de este tema nos referiremos a los tres grupos de aplicaciones integradas mencionadas al principio ya que, por el momento, son donde más desarrollo podemos observar en el mercado de oferta de este tipo de soluciones.

5.1.1 Sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, *Entrerprice Resources Planning*)

Enterprise

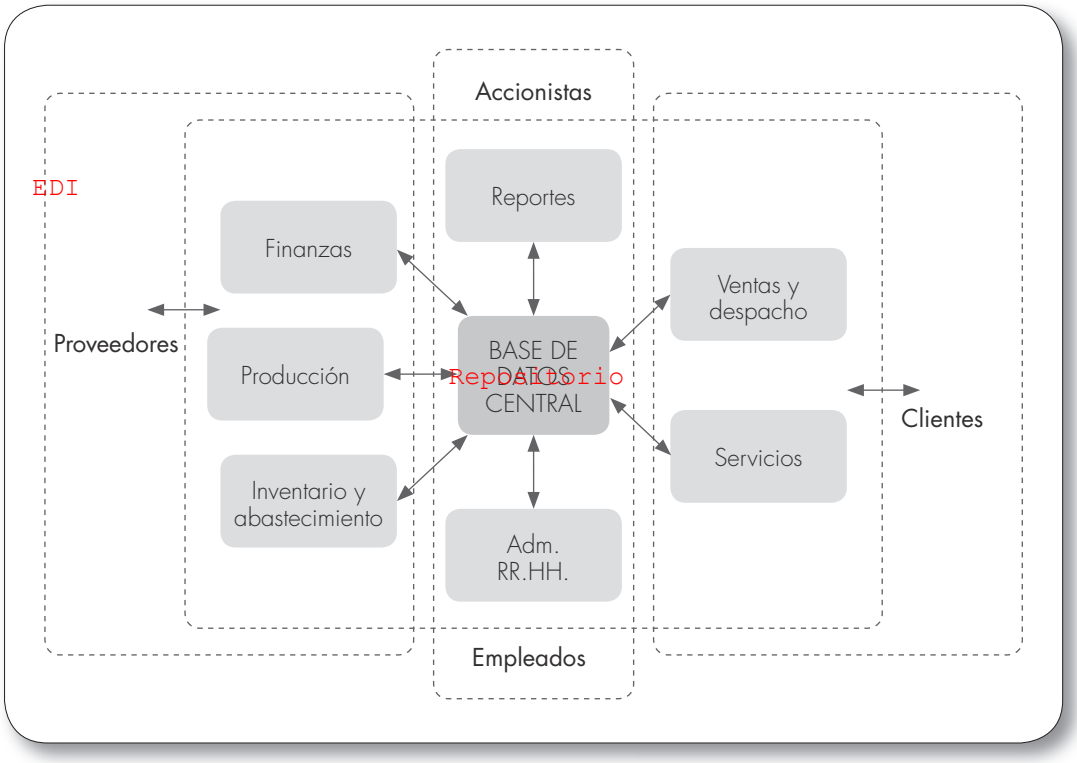
Según Esteves y Pastor (2000)[59] los sistemas ERP son "software prefabricado e integrado, cuya finalidad es colaborar con los sistemas de información en las organizaciones, típicamente compuesto por un conjunto amplio de subsistemas estándar y que son susceptibles de ser adaptados a las necesidades específicas de cada organización".

Estos sistemas, tal como se grafica en la **Figura 5.3**, tienen como objetivo integrar la totalidad de las funciones operativas de una organización. Para ello utilizan prácticas consolidadas mediante el uso de un marco de trabajo en común, produciendo y accediendo a los datos integrados en una única base de datos central.

En los ERP, los datos generados por las funciones de un sector se reflejan en la base de datos compartida con el resto de las funciones y sectores. Esto permite tener una visión en tiempo real del funcionamiento de toda la organización.

[59] Citados por Fernando J. Martini, *Gestión de sistemas ERP*, 2004.

Figura 5.3
Modularización de un ERP en torno a una base de datos central



Estos sistemas son desarrollados en base a patrones o criterios obtenidos de las mejores prácticas de las empresas que los han ido utilizando. Estos patrones están diseñados para maximizar la eficiencia y minimizar la personalización a fin de poderlos replicar en la mayor cantidad de organizaciones posibles; es decir, que los ERPs se sustentan en los procesos y aplicaciones que, según el criterio de sus desarrolladores, han demostrado ser los más eficientes.

Por lo tanto, un sistema ERP refleja una serie de suposiciones acerca de cómo funcionan mejor los procesos de una organización. Desde luego que la definición de lo qué es "lo mejor" es una suposición de quien desarrolló el ERP. Para muchas organizaciones la adopción de estos criterios les permitirá funcionar más eficientemente. No así para otras, en las cuales estas suposiciones pueden ir en contra de los objetivos de negocio. "La lógica incrustada" en los ERP puede ser un atributo valioso para las empresas que pretenden adecuar sus procesos a los que se supone pueden ser las mejores prácticas embebidas en estos sistemas. En otros casos esa misma lógica puede representar una desventaja, cuando una organización tiene, por algún motivo consciente y definido, procesos en forma distinta a los contemplados en el ERP.

Según Martini (2004), para una organización la selección de un ERP debe tener como objetivo "encontrar el producto de software habilitado tecnológica y económicamente, que a su vez, habilite un diseño de organización que brinde una solución compartida de negocio". El concepto de habilitación Martini lo toma de Davenport (2000) y se refiere a que la implementación de un sistema ERP siempre implica un proceso de reingeniería, pero no al estilo de la hoja en blanco de Hammer y Champy, sino que en definitiva se tratará de una readaptación recíproca entre los procesos de la organización y la propuesta que para los mismos la flexibilidad del sistema posibilite.

Con razón Martini (2004) prefiere denominar "prácticas generalmente aceptadas" a lo que los vendedores de ERP denominan "mejores prácticas", ya que el concepto de "mejor" está condicionado por el contexto espacial y temporal. Distintos condicionantes

políticos, sociales, económicos y hasta culturales pueden dar distintas acepciones a lo que es "mejor" para una organización en un determinado momento o lugar.

De todas formas, la ventaja competitiva que supone para una organización adoptar "las mejores prácticas de negocio" provistas en este tipo de aplicaciones no representa en sí misma una ventaja perdurable en el tiempo.

Por otra parte, esas "mejores prácticas" o las "prácticas generalmente aceptadas" para las organizaciones pueden tener el valor de referirse a algunos cambios que, por su alto riesgo, dichas organizaciones no se animarían a realizar, sin un modelo estructurado y detallado de situación al cual se desea llegar.

Los motivos para adoptar sistemas ERP frecuentemente no son tecnológicos sino oportunidades de negocio. La siguiente es una enumeración de algunos ejemplos donde los ERP se presentan como una red de contención ante cambios significativos en la vida de una organización:

- Modificación del modelo operativo de la organización
- Cambios profundos en la estructura organizativa
- Modificación de los canales de comercialización
- Tercerización de servicios críticos
- Integración de operaciones dispersas
- Consolidación de distintas empresas
- Cambios sustanciales en la plataforma tecnológica
- Incorporación de comercio electrónico
- Transformación en la orientación de negocios de la organización

Al citar ejemplos concretos de la aplicación de este concepto, la bibliografía se refiere reiteradamente a los casos de 3Com al intentar integrar sus operaciones globales en una sola empresa extendida con capacidad de responder rápidamente a necesidades cambiantes de los clientes, o al caso de Chevron integrando 120 aplicaciones diferentes para reducir costos, o al caso de GM ante la necesidad de estandarizar procesos y generar informes financieros a escala mundial.

Es decir, que en un primer momento este tipo de sistemas cautivaron a las grandes organizaciones, las cuales estaban más afectadas por la falta de integración de múltiples aplicaciones que fueron desarrolladas aisladamente. Probablemente en estos casos haya sido más fácil justificar económicamente los altos costos asociados a la parametrización, adecuación de procesos que implica la puesta en marcha de un ERP.

Sin embargo, en la actualidad el concepto de integración de funciones a nivel de toda la organización se encuentra aplicado en distintos tipos de organizaciones, más allá de su tamaño y de la cantidad de funciones a ser integradas.

Experiencias de ERP en Argentina[60]

Según la consultora Trends Consulting en el mercado de sistemas de gestión en Argentina se destaca la participación de SAP, la cual llega al 37% del total del mercado y la de Tango con un 15,6 % del mismo.
SAP tiene, además de una tradicional versión para grandes organizaciones, productos específicos para Pymes (Business One) el cual, en Argentina, le reporta el 32% de sus ingresos y otra versión diferente para empresas medianas (All in one).

[60] Extractado del informe "Somos el estándar en software de negocios" en *Information Technology* N° 124, octubre, 2007.

Otras encuestas diferentes sostienen que el 75% de las empresas que más han invertido en sistemas de información utilizan este tipo de herramientas, de las cuales el 12,2% lo hacen con sistemas desarrollados internamente y el resto contratan aplicaciones desarrolladas previamente.

Los ERP son sistemas modulares con lo cual una organización puede adaptar algunos módulos pero no otros. Cada módulo realiza funciones similares a las ya ejemplificadas en el capítulo anterior, pero integra sus datos mediante una base de datos única y compartida para todas las funciones de los distintos módulos.

Cada módulo está concebido bajo estándares comunes de calidad y poseen un diseño de una interfaz única entre el sistema y el usuario, de modo de facilitar la capacitación y administración de los datos y programas en su conjunto.

Los diferentes módulos en que se componen los ERP varían según los criterios de quien lo desarrolló. En esto influye no sólo la concepción técnica para lograr módulos más eficientes, sino una visión comercial vinculada a la conveniencia de fragmentación y distribución del sistema, y también influye la historia y antecedente de cada una de estas aplicaciones.

Los ERP requieren que toda la organización se ubique en un ambiente de trabajo unificado con respecto a las transacciones operativas. A esto se refiere la "visión compartida del negocio" que debe lograrse como prerrequisito al poner en marcha este tipo de soluciones.

Integración de un ERP a la distancia[61]

A fines del 2005 se realizó la conexión entre los sistemas de información de una importante bodega radicada en Mendoza y la filial de Buenos Aires. En Mendoza habían varios pequeños módulos instalados y se enviaban por e-mail archivos que se incorporaban al sistema central en Buenos Aires. Esto acarreaba problemas por el tiempo en que se obtenían los resultados y en la confiabilidad de los mismos. Al instalarse una línea de comunicación punto a punto para la transmisión de voz y datos, se integró el módulo de producción y el de proveedores (antes las facturas se cargaban a mano en Buenos Aires). En total el sistema integró a cien usuarios (48 en Mendoza y 52 en Buenos Aires).

Además, se logró poner en marcha dos módulos claves que la distancia física había postergado: el de trazabilidad y el de exportación. Con ellos la integración de los datos llega desde los viñedos hasta la entrega al cliente en cualquier punto del exterior.

Con esta integración, los distintos lugares donde se acopia la materia prima y las diferentes bodegas donde se procesa el vino están relacionadas y se puede centralizar la información elaborando el costo de cada lote de producción, así como realizar análisis de calidad y considerar los aspectos económicos, enológicos y de agronomía de cada producción. Esto permite armar estrategias a futuro teniendo en cuenta, por ejemplo, qué fue lo que salió bien y lo que salió mal o cuáles fueron los buenos y los malos proveedores.

[61] Extractado del artículo "El brindis que faltaba" en *Information Technology* N° 125, noviembre, 2007.

Cada sistema ERP permite cierto grado de personalización para posibilitar algunos ajustes a la forma particular de funcionamiento de cada organización. Esta personalización se logra por medio de parámetros con los cuales se regula el funcionamiento general de la aplicación y se logra cierta flexibilidad. Estos parámetros –y los distintos ERP pueden tener desde unos pocos hasta cientos de ellos– suelen definir, entre otros, las funciones a ser desarrolladas, las restricciones y controles de la aplicación, distintas formas de cálculo alternativas, los flujos de trabajo y demás características de acuerdo a los distintos modelos de negocio "habilitados" por cada uno de los ERP.

Los parámetros de un sistema son tratados como datos dentro del sistema, es decir, que se pueden modificar como cualquier otro dato por quien esté autorizado dentro del sistema para ello.

El conocimiento de estos parámetros implica poder definir el funcionamiento actual del sistema y también administrar las distintas prestaciones a las cuales el sistema podrá adaptarse en el futuro.

Lograr un uso adecuado de esta flexibilidad de los ERP requiere conocer las distintas posibilidades que pueden lograrse por medio de la modificación de estos parámetros, pero también requiere conocer las oportunidades de negocio que podrían ser requeridas por cada organización donde el sistema se desempeña.

Al momento de la puesta en marcha del sistema nos encontraremos con la situación que, cuanto mayor sea la flexibilidad del sistema, es decir, cuanto mayor sea la cantidad de parámetros que se deban definir, mayor será la tarea, complejidad y tiempo necesario para iniciar esa puesta en marcha. Por otro lado, durante toda la vida del sistema el grado de adecuación del ERP a necesidades u oportunidades cambiantes estará condicionado por la cantidad de parámetros y el conocimiento que haya adquirido la organización sobre el uso de los mismos.

Sin lugar a dudas, la puesta en marcha de este tipo de soluciones requiere analizar y definir la transferencia de conocimientos necesarios en el uso de estos parámetros para evitar la futura dependencia del proveedor para la administración, operación y mantenimiento de estas aplicaciones.

La integridad de los datos es otro de los aspectos compartidos entre todos los módulos de un ERP. En este aspecto la tendencia es respetar criterios generales de consistencia de los datos a ser utilizados en las diferentes funciones para asegurar la confiabilidad de los mismos.

La seguridad está orientada a las transacciones y al acceso de la información. Habitualmente se proveen elementos de identificación y autenticación de usuarios, así como se asignan perfiles a los mismos donde se definen el rol admitido a cada uno de ellos. A las funciones de estos sistemas, a veces, se les integra una "pista de auditoría" transaccional de forma tal que queden registrados los usuarios que accedieron a registrar, modificar o consultar los datos disponibles de cada función. En estos casos es habitual el uso de distintas herramientas que facilitan la explotación de estas medidas de seguridad.

Por su propia definición y características, los ERP son generalmente multiplataformas, multiempresas, multimonedas, multilenguajes y multipaíses.

Cada vez más se busca que estos sistemas tengan la capacidad de trabajar con herramientas de análisis y de explotación de los datos que administran.

También algunos de estos productos brindan funciones de simulación que contemplan, por ejemplo, qué pasa si se produce de una manera distinta, o cómo armar escenarios con otros horizontes o la definición y evaluación de supuestos diferentes a los utilizados actualmente.

Muchas veces los beneficios en términos de incremento en la eficiencia que pueden provocar los ERP suelen ser impresionantes, pero también pueden serlo las resistencias que generan los cambios que deben producirse en la puesta en marcha de estas aplicaciones.

5.1.2 Sistemas de administración de relaciones con clientes (CRM, *Customer Relationship Management*)

Tal como lo afirman Kalakota y Robinson (2001), la mayoría de las empresas consideran que están enfocadas en el cliente, pero en realidad donde están enfocadas es en los productos. Entretanto, a los clientes no les interesa cómo las empresas guardan sus datos, o cómo se deben combinar los datos de diferentes fuentes para darles lo que quieren. Ni siquiera les importa si llamaron al número equivocado. Lo único que los clientes saben es que quieren un servicio excelente y lo quieren ya.

Este tipo de sistemas son una combinación de proceso de negocios y tecnología que pretende comprender las múltiples facetas de las necesidades de los clientes y presentar esa visión de una manera integrada. Esto sólo se logra creando una infraestructura que integre la totalidad de la información de ventas, marketing, atención al cliente e investigación de mercado. Estos sistemas están destinados a cambiar el concepto de relaciones con los clientes, teniendo una visión integrada y única de los clientes, ya sean actuales o potenciales.

Los mismos Kalakota y Robinson (2001) fundamentan la importancia del tema al señalar que:

- Es seis veces más difícil venderle a un nuevo cliente que a uno que ya se tiene.
- El típico cliente insatisfecho contará su experiencia a ocho o diez personas.
- Una compañía puede incrementar sus ganancias en un 85% aumentando sólo la retención anual de clientes un 5%.
- La probabilidad de venderle un producto a un nuevo cliente son del 15%, mientras que las de venderle a un cliente que ya se tiene es del 50%.
- El 70% de los clientes que presentan quejas volverán a hacer negocios con la compañía si ésta arregla el problema de servicio rápidamente.
- Más del 90% de las compañías existentes no tienen la integración necesaria entre las ventas y el servicio para soportar el comercio electrónico.

Los incentivos para clientes como los programas de lealtad de "viajero frecuente" y los cupones de "compre x cantidad y obtenga algo gratis" ya no son suficientes. Sólo creando una infraestructura que integre las ventas y el servicio con todos los aspectos de las operaciones se pueden ver cambios en sus relaciones con los clientes.

Sin embargo, son pocas las compañías que han tenido éxito en hacer realidad el enfoque al cliente. Los modelos de negocio anteriores no lo requerían, la tecnología no era accesible y la resistencia organizacional sigue siendo bastante alta.

Experiencias en CRM en Argentina[62]

La consultora IDC en Argentina revela que la implementación de estas herramientas está limitada a grandes organizaciones. En el 2004 la instalación de CRM fue el equivalente de poco más del 10% del los ERP. De todas formas también ese estudio relevó que un porcentaje importante de empresas estaban analizando instalar o ampliar el uso de estas herramientas.
Entre las empresas que han hecho implementaciones exitosas de estos productos se encuentra Embotelladora Andina (distribuidora de Coca Cola para Argentina, Chile y Brasil) que implementó la versión de la empresa SAP por la facilidad de integración con su ERP del mismo proveedor. En primer lugar apuntaron a la herramienta analítica para entender la rentabilidad de los

[62] Extractado del informe "¿Y dónde está el cliente?" en *Information Technology* N° 101, septiembre, 2005.

clientes para la empresa. Lo anterior posibilitó campañas de marketing segmentado. Luego pasaron a la etapa operacional instalando un *call center* en que cada operador tiene el historial del cliente y sabe cuán valioso es cada uno de ellos para la empresa. En función de que la empresa ya tenía instalado el ERP de SAP, la puesta en marcha demandó cuatro meses y US$180.000.
De todas formas otras empresas de nuestro medio con importantes motivos, como para mantener satisfechos a sus clientes, como los son las competitivas cadenas de venta de electrodomésticos, Frávega y Rodo, no confían en estas herramientas. Cada una de ellas tienen bien diferenciadas estrategias de uso de sistemas para apoyar su negocio, pero ambas coinciden en no haber implementado aún ninguna solución de este tipo.[63]
Esto coincide con lo que se desprende de otras encuestas donde se observa que el 41,2% de las empresas más desarrolladas en tecnologías de la información no utilizan CRM y que el 25,7% de ellas lo hace con un desarrollo propio.

El CRM es un desafío de negocio y no tecnológico. La tecnología nos ayudará a gestionar las relaciones con los clientes de una manera operativa, pero sin el correcto enfoque, tanto estratégico como de personas y procesos, el proyecto nunca alcanzará el éxito.

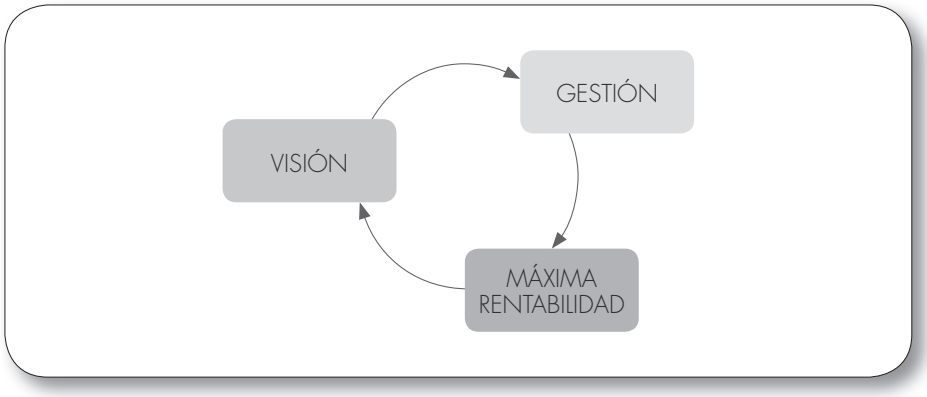


Figura 5.4
Objetivos de los CRM

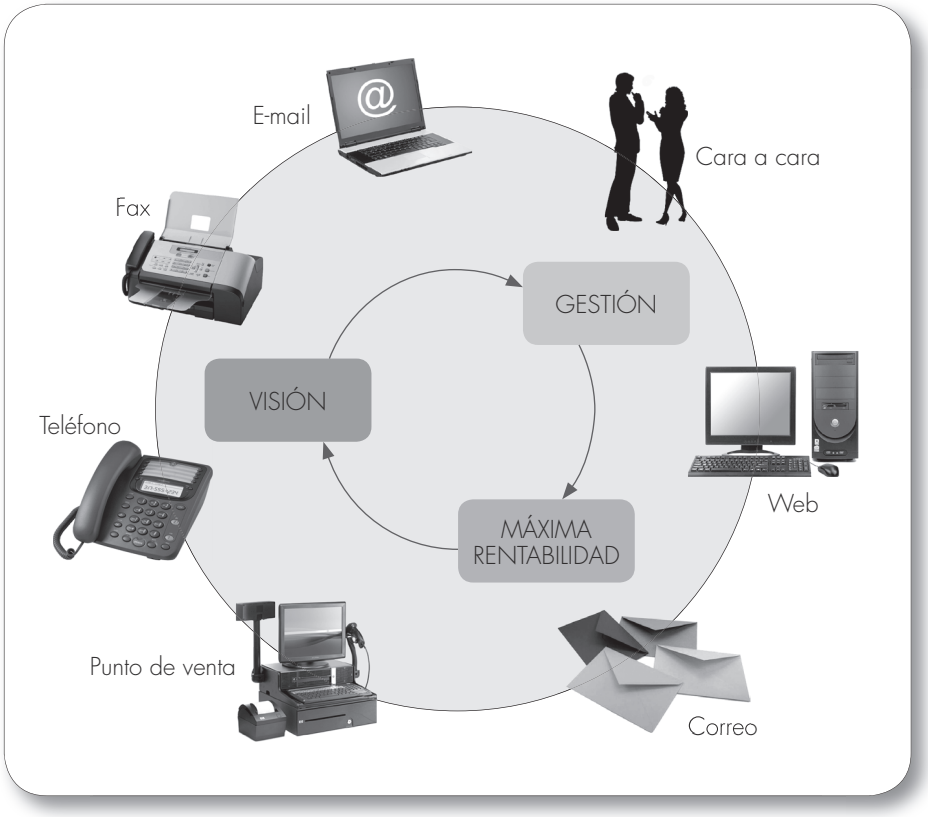
Tal como se presenta en al **Figura 5.4** los sistemas CRM tienen básicamente tres objetivos:

- Tener una visión integrada y única de los clientes (potenciales y actuales), pudiendo emplear distintas herramientas para su análisis.
- Gestionar las relaciones con los clientes de una manera única independientemente del canal que contactó con ellos: telefónico, sitio Web, visita personal, mail, fax, entre otros.
- Mejora de la eficacia y eficiencia de los procesos implicados en las relaciones con los clientes.

Uno de los logros de los sistemas CRM es hacer que la visión, gestión y análisis de rentabilidad de los clientes se independice del canal con el cual se contacten con la organización (**Figura 5.5**).

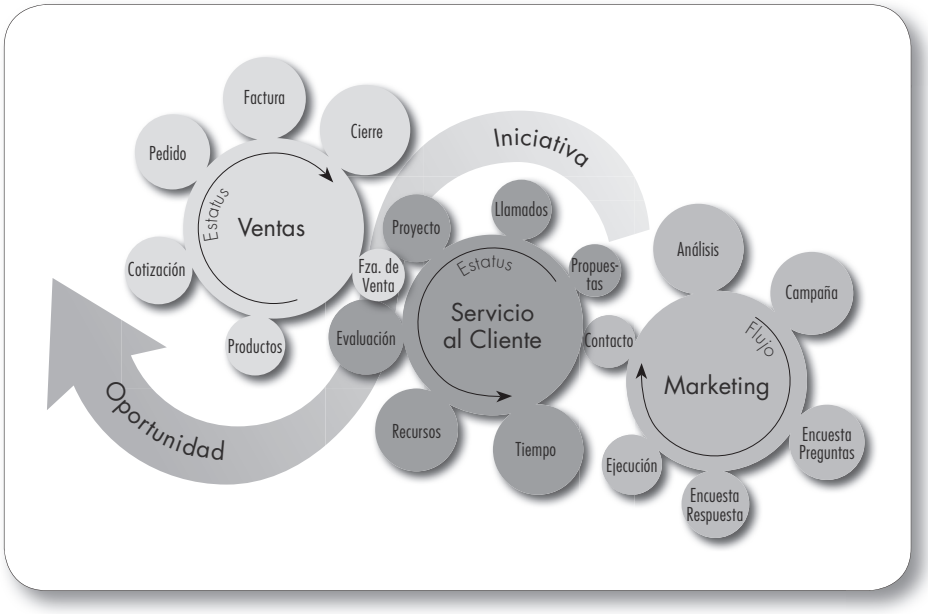
[63] Extractado de artículo "Tecnología en cadena" en *Information Technology* N° 113, octubre, 2006.

Figura 5.5
Integración de canales mediante un CRM



Desde diversas funciones como el análisis del mercado y el primer contacto con un potencial cliente hasta el servicio posterior a la venta, las soluciones de CRM permiten darle seguimiento a las actividades de los clientes, mejorar la efectividad de ventas, proporcionar un mejor servicio y crear relaciones rentables con los clientes, integrando todas las funciones en cada uno de estos procesos (**Figura 5.6**).

Figura 5.6
Integración de procesos y funciones en un CRM



Una razón por la cual el concepto del CRM ha tenido intensa difusión es el hecho que en un mundo donde los productos son cada vez más similares, la estrategia que triunfe será la que comprenda que la atención que se proporciona a los clientes es el factor decisivo para atraerlos y mantenerlos. Lo que se intenta es fidelizar y fortalecer las relaciones con el cliente.

Los sectores que más frecuentemente usan este tipo de sistemas son los bancos, telecomunicaciones, tecnológico y turismo.

El CRM en la actividad aseguradora[64]

Cuando uno de los 160 representantes de ventas de una de las principales compañías aseguradoras de la Argentina ingresa a su sistema el número de documento de un cliente, aparecen en su pantalla una serie de indicadores para tomar decisiones. Por ejemplo, para cada tipo de seguro que vende la compañía aparece un botón con distintos colores según las características del cliente y del producto. El botón rojo corresponderá a un producto que no se debe ofrecer al cliente, uno amarillo significa que podría interesarle a ese cliente y los botones verdes se corresponden con productos que nunca les fueron ofrecidos y que por su perfil le podrían interesar.

Los perfiles de los clientes se logran al proveer al sistema con los datos de los mismos. Con el análisis de información comercial, esta aplicación busca nuevas relaciones entre los datos históricos disponibles, permitiendo generar los patrones de consumo previsibles en que se basa el sistema.

Aunque la tecnología sea la herramienta para el desarrollo de la filosofía, nunca puede dejarse un proyecto CRM en manos de ella.

Para alcanzar el éxito en la puesta en marcha de este tipo de solución se deben tener en cuenta cuatro pilares básicos de la misma; estrategia, personas, procesos y tecnología:

- *Estrategia:* la implantación de herramientas CRM debe estar alineada con la estrategia corporativa y ser coherente con las necesidades tácticas y operativas de la misma. El proceso correcto es que un sistema CRM sea la respuesta a los requerimientos de la estrategia en cuanto a la relaciones con los clientes y nunca, que se implante previamente a la formulación de dicha estrategia.
- *Personas:* la implantación de la tecnología no es suficiente. Al final, los resultados se obtendrán con el correcto uso que hagan de ella las personas. Se debe gestionar el cambio en la cultura de la organización buscando el total enfoque al cliente por parte de todos sus integrantes. En este campo, la tecnología es totalmente secundaria y elementos como la cultura, la formación y la comunicación interna son las herramientas clave.
- *Procesos:* es necesaria la redefinición de todas las actividades relacionadas con los clientes, definiendo cursos de acción, criterios de servicio y respuesta a cada situación prevista en la relación con los clientes, así como procesos de contingencia para situaciones no previstas, de modo de lograr procesos más eficientes y alineados con la estrategia que se defina.
- *Tecnología:* también es importante destacar que hay soluciones CRM al alcance de organizaciones de todos los tamaños y sectores. Sin embargo, la solución necesaria en cada caso será diferente en función de las distintas estrategias, necesidades y recursos.

[64] Extractado de artículo "El futuro de la especie" en *Information Technology* N° 31, abril, 1999.

El CRM ayudando en la venta inmobiliaria[65]

Una empresa constructora de uno de los emprendimientos en Puerto Madero se asoció a *brokers* inmobiliarios para buscar clientes en el país y en el exterior. Para ello usaron una herramienta de CRM para analizar cómo se desarrollaba el camino para concretar una venta, ya sea por vendedores propios o por vendedores de los *brokers*. El objetivo era doble, administrar la información de cada comprador potencial y evaluar el desempeño de cada agente de venta.

Mucho antes de comenzar la obra y luego de invertir tres meses y US$66.200 en un desarrollo específico, el director del proyecto recibe semanalmente informes en base a indicadores de resultado. "Analizamos y segmentamos los datos para medir la eficiencia de nuestra inversión en marketing y dirigir nuestras acciones". Entre las conclusiones a que se llegó estuvo incluso la modificación del anteproyecto, ya que se detectó, por ejemplo, que los potenciales clientes preferían departamento con tres dormitorios en lugar de los que estaban previstos originalmente.

Los vendedores acceden al sistema por una interfaz Web que combina vistas y planos del futuro edificio. Los datos de las gestiones realizadas se registran en una base de datos desde la cual se elaboran los informes de gestión.

Dentro de las aplicaciones informáticas de CRM, habitualmente se suelen diferenciar las siguientes herramientas:

- *Aplicaciones CRM operativas:* aumentan la capacidad de los empleados al proporcionarles ambientes de trabajo basados en roles. Además, permiten la integración perfecta de la totalidad de los datos disponibles en tiempo real, al tiempo que sincronizan las interacciones con el cliente a través de todos los canales de contacto disponibles con los mismos.
- *Aplicaciones CRM analíticas:* a partir de su almacén de datos y de otras fuentes, estas aplicaciones ayudan a comprender lo que quieren los clientes, así como a prever su comportamiento. También ayudan a adquirir nuevos clientes y a retener los ya existentes.
- *Aplicaciones CRM cooperativas:* estas aplicaciones ayudan a trabajar más estrechamente con los clientes, posibilitando que los mismos interactúen directamente con los datos que la organización ha puesto a su disposición.

El CRM en la televisión por cable[66]

Las empresas operadoras de la televisión por cable se expandieron mediante la compra de empresas a otros operadores de menor envergadura. Así es como una de ellas que llegó a tener 1,1 millones de suscriptores y 2.500 empleados, recibía por su *call center* entre 250 mil y 300 mil llamadas por mes y se canalizaban entre 20 mil y 30 mil llamadas salientes. Cuando

[65] Extractado de artículo "Tecnología desde el pozo" en *Information Technology* N° 114, noviembre, 2006.
[66] Extractado de artículo "Para el cliente, que lo mira por TV" en *Information Technology* N° 111, agosto, 2006.

decidieron poner en marcha su CRM resolvieron poner énfasis en módulos destinados a ventas, atención a clientes, facturación, morosidad, cobranzas y servicio técnico. Estos datos tenían la particularidad de estar integrados a su sistema de gestión geográfica (GIS) que almacena la cartografía y las redes de la empresa, las cuales son fundamentales para la atención de sus clientes.
También se integró su CRM con su sitio en internet para que sus clientes pudieran hacer trámites por medio de su página Web y un sistema aplicativo móvil para que los técnicos que realizan instalaciones domiciliarias reciban las órdenes de trabajo por medio de mensajes de texto en sus teléfonos celulares directamente desde el sistema central. En cada teléfono celular se instaló una aplicación móvil que permite estar comunicado en línea con el sistema central de forma tal que si un cliente llama a la empresa se le pueda contestar en forma inmediata el estado de su pedido.

5.1.3 Sistemas de administración de la cadena de abastecimiento (SCM, *Supply Chain Management*)

La cadena de abastecimiento consiste en todas las actividades vinculadas con los flujos y transformación de los productos, desde las materias primeras hasta el producto terminado entregado al cliente final, así como también los servicios e informaciones asociados a estas actividades.

Los eslabones de esta cadena intercambian productos y servicios con plena visibilidad de la información y rendimiento de cuentas entre los participantes de la misma.

La cadena de abastecimiento enlaza a proveedores, plantas de fabricación intermedia, procesos de elaboración tercerizados, centros de distribución, tiendas de ventas minoristas, etcétera. Las materias primas, la información y los pagos fluyen en ambas direcciones a través de todos los eslabones de la cadena de abastecimiento.

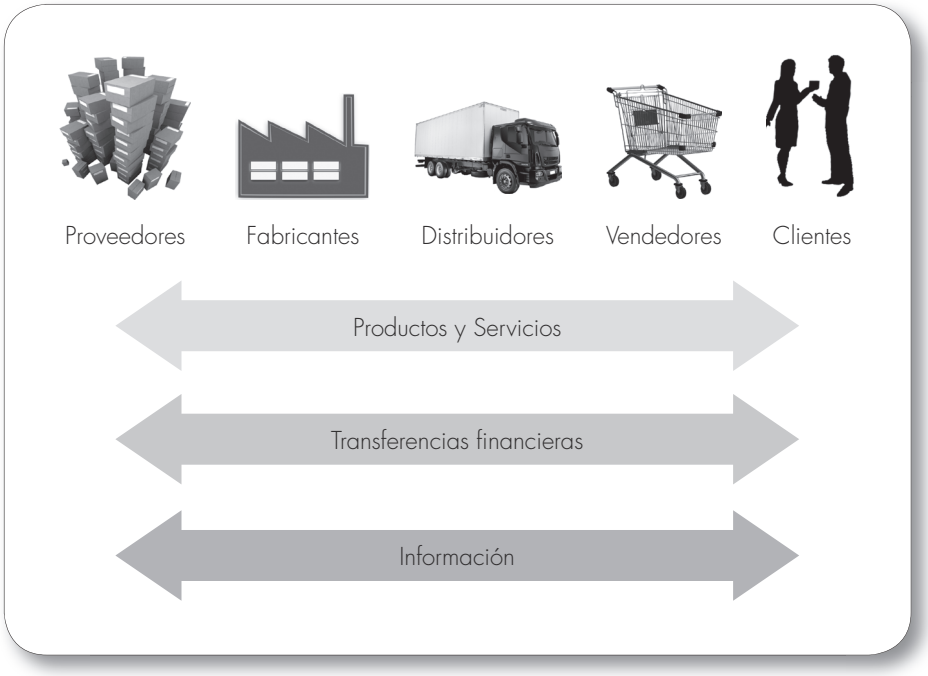
- Los flujos de materiales implican flujos de productos físicos de los proveedores a los clientes a través de la cadena, así como flujos en el sentido inverso por las devoluciones de productos, el servicio, el reciclaje y el desecho de éstos.
- Los flujos de información implican pronósticos de la demanda, transmisiones de los pedidos e informes sobre el estado de la entrega.
- Los flujos financieros implican información sobre los pagos de las transacciones, la liquidación de los distintos medios de pago de cancelación de deudas, los términos de crédito, la programación de pagos y arreglos para la consignación y la propiedad de los bienes que fluyen por la cadena.

Las empresas se están replanteando sus relaciones con proveedores, fabricantes, distribuidores, vendedores minoristas y clientes. Las organizaciones comprenden que entre más eficaces sean las relaciones con sus socios, mayor es la ventaja competitiva que pueden tener sobre sus competidores. La competencia entre productores se convierte de esta manera en una competencia entre cadenas de abastecimiento.

Laudon y Laudon (2008) dan como ejemplo el caso de Nike, el famoso fabricante de ropa deportiva, con proveedores primarios con plantas de fabricación en China, Tailandia, Indonesia y Brasil, y otros países que elaboran los productos finales, pero que a la vez compran sus insumos a otros proveedores de productos intermedios, para las suelas, empeines, cordones de sus zapatillas y que al mismo tiempo cuenta con sus propios proveedores de materiales y materias primas.

Figura 5.7

Gestión de la cadena de suministro



La parte del "flujo ascendente" de la cadena de suministro se conforma entonces por proveedores primarios, secundarios y terciarios, y los procesos de cada uno de ellos para manejar las relaciones entre sí.

Pero además existe un "flujo descendente" que incluye a las organizaciones y procesos necesarios para entregar los productos terminados a los clientes finales donde cada uno de ellos se encuentre. De esta manera la cadena de abastecimiento de Nike queda integrada por varios miles de participantes relacionados entre sí.

Hasta la aparición de estas aplicaciones de optimización a gran escala, ningún participante de la cadena tenía la visibilidad de información suficiente para sincronizar de manera óptima a todo el canal de abastecimiento. El resultado de esta restricción hacía que, para la mayoría de los productos, la cadena de abastecimiento implicase más del doble del inventario necesario para desenvolverse. Mantener stock en exceso era la única forma posible de lograr tiempos de respuesta aceptables ante las necesidades y demandas de cada eslabón en la cadena.

Las ineficiencias en la cadena de suministro, como la ineficiencia de sus partes, capacidad subutilizada de planta, inventario excesivo de productos terminados o altos costos de transporte, son ocasionados por información imprecisa o a destiempo. Se estima que estas ineficiencias desperdician alrededor del 25% de los costos operativos de una empresa.

Además, en los sistemas de SCM se optimiza no sólo el costo, sino también factores de servicio, calidad y tiempo que influyen mucho en la satisfacción del cliente.

En una cadena de suministro surgen incertidumbres debido a la gran cantidad de eventos que no se pueden prever. Tradicionalmente los niveles adicionales de existencias sirven para atenuar la falta de flexibilidad de la cadena ante cambios imprevistos, pero tienen un elevado costo.

Un problema particular es lo que se denomina el efecto *bullwhip*, también denominado "efecto látigo", en el cual el impacto de una acción en una cadena de suministro es directamente proporcional a la demora en la propagación de la información. En las cadenas de abastecimientos, la información de una pequeña modificación en la

demanda de un producto se magnifica y se distorsiona a través de la cadena, generando expectativas desmedidas entre sus distintos eslabones. Esto provoca un sobre-dimensionamiento de los inventarios a lo largo de toda la cadena que se quedan esperando un incremento de la demanda que en definitiva nunca se produce.

Este efecto, así como otras deficiencias, se controla reduciendo la incertidumbre y suministrando información precisa y actualizada, tanto sobre la demanda como sobre las capacidades de respuesta de la cadena, por parte de los miembros de la misma.

Aún en las cadenas de abastecimiento, sin inconvenientes, los minoristas van a tratar de maximizar sus beneficios acortando el período de reposición de sus productos, reduciendo así el costo de sus stocks. Por otro lado, los productores maximizan sus beneficios con ciclos de producción muchos más largos, obteniendo ventajas en las economías de escala. Para manejar la conciliación entre ambos esquemas las compañías crean depósitos con existencias en la cadena de abastecimiento.

Es así como los socios comerciales de una cadena aplican diversas estrategias; como la fijación de precios de promoción, descuentos por volumen de compras y de diversificación de productos, para obligar a los otros integrantes de la cadena a mantener stocks adicionales o, en todo caso, a soportar el costo de los mismos.

El objetivo de los sistemas de administración de cadenas de suministro es la integración entre empresas, donde cada una de ellas se quiere beneficiar con reducciones en el costo de sus inventarios, producción y distribución.

Así es como un grupo de procesos fragmentados, y con fines específicos, se transforma en un sistema coherente capaz de ofrecer valor al cliente. Se logra, mediante esta integración, minimizar el costo total del proceso desde el pedido hasta la entrega; reduciendo costos de inventario, transporte y manejo.

El análisis se centra entonces en la evaluación del costo total del proceso y no en los costos individuales de cada participante de la cadena.

Si estos datos se utilizan en conjunto con el software adecuado de optimización de reposición, pueden resolverse las necesidades de reabastecimiento proyectadas y proporcionar la información sobre planeación de la producción que requieren los productores.

Estas aplicaciones generalmente están enfocadas al sector primario de la economía pero esto no es excluyente. Dentro de sus ejemplos más comunes encontramos el sector de la siderurgia, automotriz, químicos e hipermercadismo.

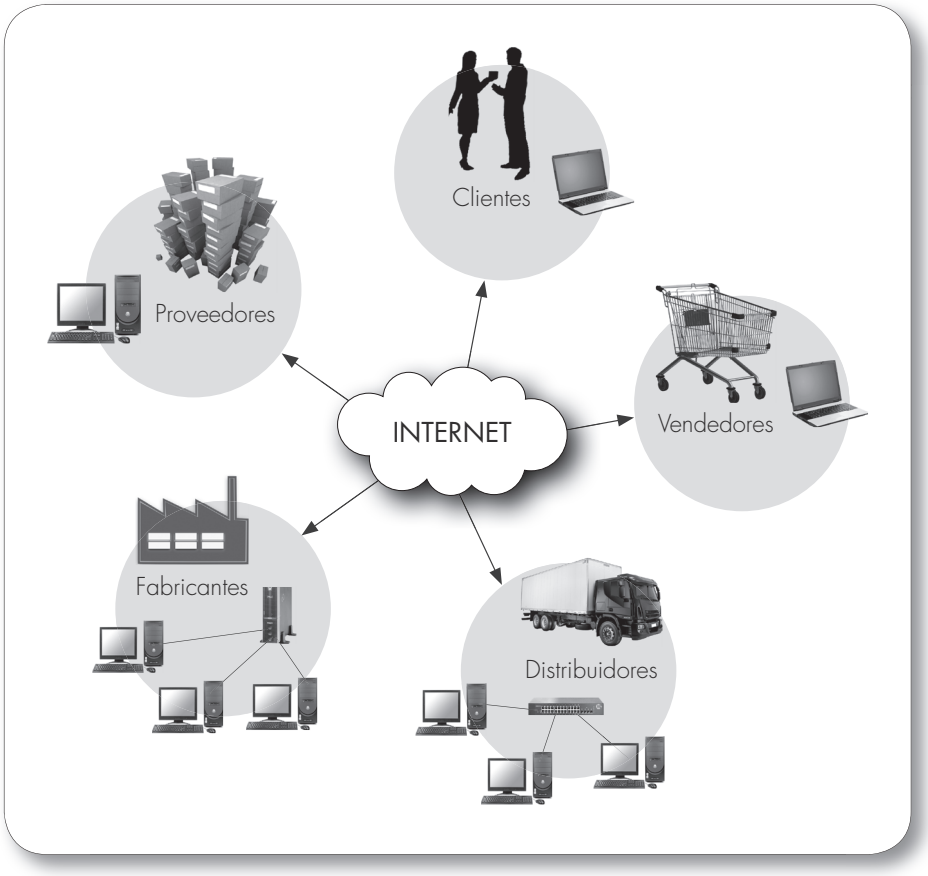
Según Kalakota y Robinson (2001) hay distintos tipos de integración que pueden darse entre los participantes de una cadena de abastecimiento (**Figura 5.8**):

- Cadenas de abastecimiento con capacidad de respuesta están orientadas a definir fechas de entrega posibles conociendo la capacidad de compromiso en base a la disponibilidad de materiales y demás recursos necesarios. Para conocer dicha capacidad este tipo de sistemas analiza el factor de disponibilidad para promesas (ATP) y deben verificar en tiempo real y en forma integrada la capacidad de respuesta de la cadena ante una determinada necesidad. Además de establecer las expectativas de entrega posibles, estos sistemas pueden ayudar a efectuar un seguimiento de dichos compromisos.
- Cadenas de abastecimiento con capacidad de iniciativa son las que están diseñadas para poder reconfigurarse rápidamente para adaptarse a las demandas cambiantes de los consumidores.
- Cadenas de abastecimiento inteligentes no realizan análisis estáticos como en los casos anteriores sino que están orientadas a reformular su composición en forma continua. Se analizan a sí mismas y se adaptan en forma permanente al establecer los puntos más débiles de la cadena reemplazándolos por alternativas más eficientes.

Todos estos sistemas generalmente se integran por distintos módulos que se pueden utilizar en forma independiente o asociada, e involucran a distintos sectores internos dentro de cada una de los participantes de la cadena.

Figura 5.8

Integración de información en una cadena de abastecimiento



- *Módulo de compromiso de pedidos:* permite a los fabricantes dar fechas de entrega precisas no basadas en cálculos aproximados. El compromiso de los pedidos se vincula al módulo de planeación iterativa que permite una mayor precisión en la promesa de entrega de un pedido.
- *Módulo de programación avanzada y planeación de la manufactura:* permite la coordinación de todos los procesos de manufactura y abastecimientos basados en los pedidos de los clientes. Esta programación se basa en el análisis en tiempo real de las cambiantes restricciones a lo largo de todo el proceso. Esta programación muy orientada a la ejecución crea programas de trabajo para administrar tanto el proceso de manufactura como la logística de los proveedores.
- *Módulo de planeación de la demanda:* es donde se generan y consolidan pronósticos de las demandas de todas las unidades de negocio involucradas. Este módulo proporciona gran cantidad de herramientas estadísticas para la elaboración de pronósticos de negocios.
- *Módulo de planeación de la distribución:* es donde se formulan planes para los responsables de la logística. Si por la magnitud de la cadena los requerimientos y estimaciones de demanda se realizaron en base a productos o líneas de productos, este módulo integra toda esa información en base a las condiciones de entrega de los clientes.

- *Módulo de planeación de transporte:* facilita la asignación de recursos para garantizar que los materiales y los productos terminados se entreguen en el momento y lugar correctos de acuerdo a lo planeado y al mínimo costo. Esto incluye desplazamientos internos y externos de materiales entre compañías considerando variables como espacios de carga en los depósitos, muelles de carga, la mejor combinación de modos de transporte y transportistas comunes disponibles, etcétera.

Para la mayoría de sus datos estos sistemas se deben basar en la información de los ERPs empresariales de cada uno de los miembros de la cadena. También es necesaria la integración entre los SCM y los ERPs para vincular las previsiones que brindan los SCM, con la posibilidad de controlar dicha información con la ejecución reflejada en los ERPs ya que ninguna previsión de un SCM va a satisfacer al cliente si la misma no se cumple.

La integración SCM-ERP posibilita el seguimiento detallado y puntual de todas las previsiones a través de la cadena determinando desvíos, informando las causas posibles y, de ser necesario, disparando el proceso de re-planificación.

Al intentar relacionar la información de distintas organizaciones a través de una cadena de proveedores, los sistemas diversos de cada empresa son un enemigo de la integración, de la flexibilidad y del control de costos. El éxito en estos casos depende de la capacidad de reunir, organizar los datos y diseminar la información a lo largo de la cadena de abastecimiento.

Para administrar y posibilitar la integración entre varios participantes de la cadena de abastecimiento, las organizaciones tienen que instalar aplicaciones empresariales a gran escala que cumplan con lo requerimientos de planificación y ejecución en colaboración.

Un caso especial es la administración de la logística inversa que se pueden generar por la rápida obsolescencia de algunos productos, el vencimiento de productos perecederos, las devoluciones de clientes, los compromisos de garantía de los artículos, o las fallas o mermas de producción en los distintos puntos de la cadena de abastecimiento. Esto origina no sólo el recorrido inverso de materiales y productos a través de la cadena, sino también la contabilización de contra cargos, manejo de inventarios, determinación de motivos y determinación de costos asociados.

Las inversiones en SCM se deben hacer de golpe y sin olvidar los sistemas ERP existentes. La mayoría de las empresas han hecho importantes inversiones en la adopción de sus ERPs para integrar sus funciones internas de compras, manejos de inventarios, programación de la producción y finanzas dentro de la empresa. La adopción de un sistema SCM implica sacar provecho de las inversiones de ERP para integrar las funciones e información de múltiples empresas en tiempo real.

Cadena de abastecimiento integrando fabricantes, representantes y distribuidores[67]

Una de las primeras experiencias en vincular a toda la cadena de abastecimiento la dio un fabricante de sistemas de aire acondicionado y calefacción, el cual fue incorporando a representantes, revendedores, distribuidores e instaladores en su cadena de abastecimiento. El primer paso fue afianzar su sistema ERP y el segundo, incorporar a su sistema de cadena de abastecimiento a los cien agentes que operan con una de las marcas del fabricante y 150 con una segunda marca de ese mismo productor. La estrategia, a partir de haber desarrollado un sitio en internet para agilizar las comunicaciones de los miembros de la cadena, fue dejar de producir

[67] Extractado de artículo "Yo me encargo" en *Information Technology* N° 53, abril 2001.

en base a pronósticos del mercado y pasar a producir en base a la evolución de los pedidos concretados. Previo a esto se aseguraron que todos los miembros tuvieran afianzados sus sistemas de gestión, y a partir del uso de internet lograron reducir el tiempo de ingreso y confirmación de un pedido de seis días a sólo seis minutos. Por otra parte, en las plantas de fabricación de la empresa pasaron a mantener stocks mínimos para cada uno de sus insumos calculando los niveles críticos a partir del cual no podría cumplirse un pedido. La responsabilidad de mantener esos stocks sobre ese nivel pasó a ser una preocupación de sus proveedores, los cuales, participando de la cadena de abastecimiento, cuentan con toda la información para conocer cuándo y con qué se debe reaprovisionar a la línea productiva.

5.2 INTEGRACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES

Para toda organización contar con muchos datos no significa disponer de buena información. En este punto nos vamos a referir a la totalidad de los datos que una organización puede disponer, ya sean datos generados en sus propios sistemas, en cualquier nivel o función, o también en su contexto. Para que esa gran cantidad de datos pueda ser considerada información que efectivamente reste incertidumbre al proceso de toma de decisiones, las organizaciones deberán usar técnicas para agregar y seleccionar los datos más adecuados, para cada decisión que se debe tomar.

Por las necesidades del proceso de toma de decisiones, muchas veces la integración exclusivamente funcional de los datos no basta. Es frecuente que para los niveles tácticos y estratégicos de la organización se requiera, por ejemplo, información de mayor alcance, por períodos de tiempo más extensos, con mayor nivel de significatividad, con mayor nivel de claridad en su exposición, que para los niveles operativos.

Es por ello que ante tales requerimientos se tenga que efectuar lo que James Emery denominaba un proceso de compresión de datos.

5.2.1 Sistemas de inteligencia de negocios (BI, *Business Intelligence*)

Algunas de las herramientas que vamos a describir a continuación existen, individualmente, desde hace mucho tiempo, pero cuando nos referimos a sistemas de inteligencia de negocios aplicaremos este concepto al conjunto integrado y consistente de datos compartidos a lo ancho y alto de toda la organización, y a las técnicas de exploración y explotación de dichos datos.

Las empresas que adoptan estas herramientas "le dieron gran importancia a lograr que todos en la organización entendieran la estrategia y se condujeran en el día a día del negocio de manera tal que contribuyeran al éxito de dicha estrategia" (Kaplan y Norton, 2005).

Este concepto está íntimamente vinculado con el de almacén de datos (DW, *Data Warehouse*), ya que bajo esa denominación se reconoce al repositorio integrado de datos que posibilitan y justifican la aplicación de las herramientas de inteligencia de negocios (BI, *Business Intelligence*). Ambos conceptos son interdependientes y el uno no puede existir sin el otro[68].

Los proveedores de este tipo de soluciones se dividen en dos grandes grupos[69]:

[68] Ernesto Chinkes, *Business Intelligence para mejores decisiones de negocio*, Edicon, 2009.
[69] Extractado del artículo "La inteligencia es negocio" en *Information Technology* N° 106, marzo, 2006.

- Los "proveedores de nicho", que son las empresas que se dedican a desarrollar este tipo de herramientas (MicroStrategy, Software And Services –SAS–, Business Objects y Cognos, entre otros).
- Empresas proveedoras de sistemas transaccionales integrados (ERPs, como los de Microsoft, SAP y Oracle) o no integrados (Sistemas contables, Sistemas de RR.HH., etcétera), que agregan estas funcionalidades a sus aplicaciones.

Las aplicaciones de procesamiento transaccional, que no han incorporado este tipo de herramientas, tienen tres inconvenientes al tratar de analizar la información para la toma de decisiones (Chinkes, 2009):

- Información no integrada
- Inadecuados tiempos de respuesta
- Consultas ad hoc no amigables

El concepto de BI se puede implementar de formas muy diferentes. Estas diversas formas de adoptar estas soluciones dependen de:

- Las necesidades de la empresa
- Las características del negocio
- La competencia
- La capacidad de inversión

En la **Figura 5.9** se presenta una arquitectura conceptual común a todos los casos que cada vez es usada con mayor frecuencia:

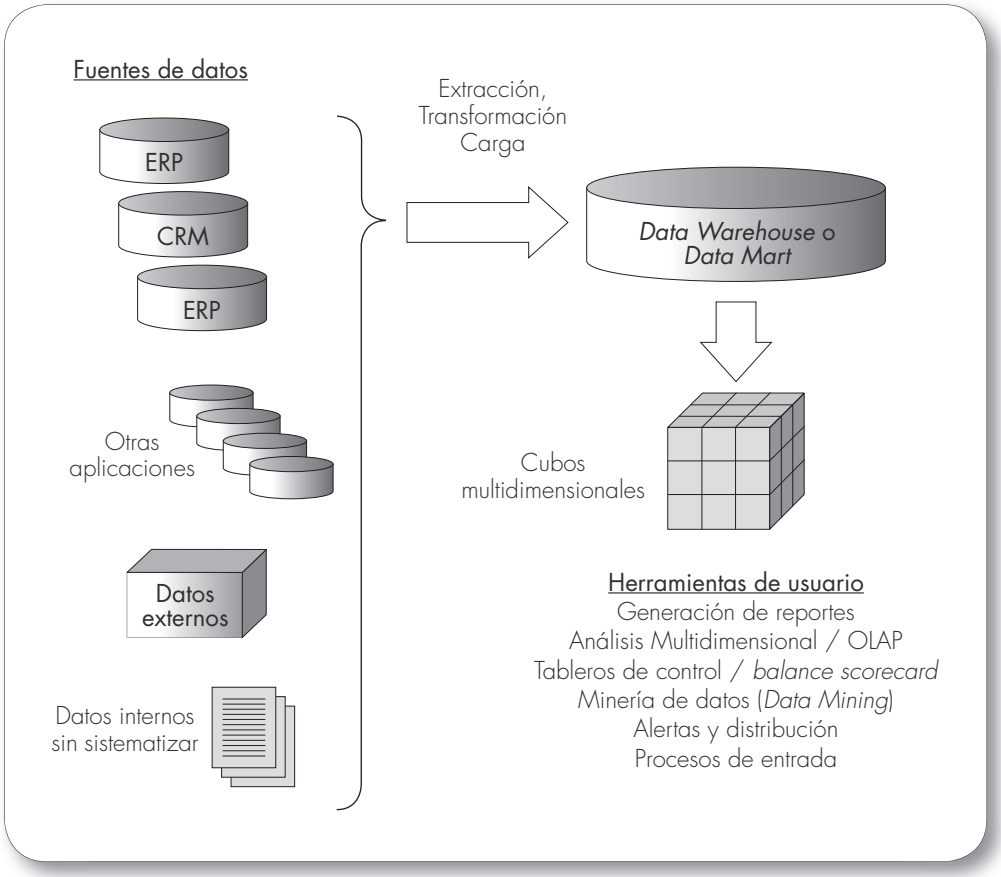


Figura 5.9
Arquitectura conceptual de un sistema de inteligencia de negocios

a) Fuentes de datos

Proviene de una o más bases de datos operacionales, incluso algunas veces externas a la empresa (información de la industria o censos, por ejemplo), e incluso datos internos que no han sido sistematizados por otras aplicaciones y que se registran exclusivamente para la aplicación de este tipo de solución.

b) Extracción, transformación y carga o consolidación (ETL, *Extract, Transformation and Load*)

Describe los procesos empleados para acceder y copiar los datos de las distintas fuentes de datos. Luego de disponer los datos procede a su transformación, ya que los mismos deben ser modificados resolviendo problemas de codificación, de formato, de unidades de medidas diversas, resolviendo también, conflictos entre fuentes diversas para el mismo atributo y diferencias por diversidad de niveles de agregación para los datos. Por último, los datos deben cargarse al repositorio desde el cual serán utilizados, conforme a la frecuencia y oportunidad definida para su actualización.

c) *Data Warehouse* o *Data Mart*

Los datos ya transformados de las fuentes originarias quedan consolidados en una sola base de datos. La misma es conocida como bodega de datos o *Data Warehouse* (o *Data Mart* si es con información más específica de sólo un tema). Un *Data Warehouse* contiene información que muestra el estado de una organización en puntos regulares de tiempo, semanalmente, a diario o incluso cada hora, dependiendo de los flujos de información definidos en su carga.

Existen muchas definiciones formales de *Data Warehouse*, pero quien primero usó este concepto, Inmon en 1992, la describe como "una colección de datos orientados a temas, integrados, no volátiles y variantes en el tiempo, organizados para soportar necesidades empresariales". A diferencia de los sistemas transaccionales, que generalmente se organizan por procesos funcionales, el *Data Warehouse* se organiza alrededor de los temas principales de la empresa, con el objetivo de disponer de toda la información útil de ese tema que, normalmente, es transversal a las estructuras funcionales y organizativas.

Tal como afirma Saroka (2002), para llegar a obtener un punto único y transversal sobre un tema, los datos deben estar integrados; para lo cual, antes de incorporarse a un *Data Warehouse*, los datos deben tener un formato y contenido coherente con una descripción y codificación únicas, siendo esta etapa de integración de datos una de las más complejas en la puesta en marcha de estas herramientas.

Por otra parte, los *Data Warehouse* mantienen los datos históricos, almacenando los valores de los datos a través del tiempo. Reemplazando de esta manera la característica de los sistemas transaccionales que generalmente cuentan con datos volátiles. Es decir, un nuevo valor de un dato reemplaza al anterior sin mantener su historia.

- *Cubos:* para mejorar la eficiencia y minimizar el tiempo de respuesta en el uso de los altos volúmenes de datos contenidos en un *Data Warehouse*, los mismos se estructuran de diferentes formas. La estructura más frecuente es la construcción de cubos multidimensionales que incluyen datos consolidados y datos agregados (es decir, información pre calculada), así como controles para proteger el acceso a la información. En la inteligencia de negocios la velocidad de respuesta es casi tan importante como la calidad de la información y cuando se hacen consultas complejas la respuesta de un *Data Warehouse* sería muy lenta. Aquí entran los cubos, notablemente rápidos para ese tipo de respuestas. Otra ventaja de utilizar la estructura de cubos sobre la de usar directamente los *Data Warehouse*, consiste en que generalmente los datos en los cubos están comprimidos, por lo cual los

requerimientos de almacenamiento físico se reducen considerablemente e incluso se pueden anidar cubos con diferentes dimensiones como se ejemplifica en la **Figura 5.10**.

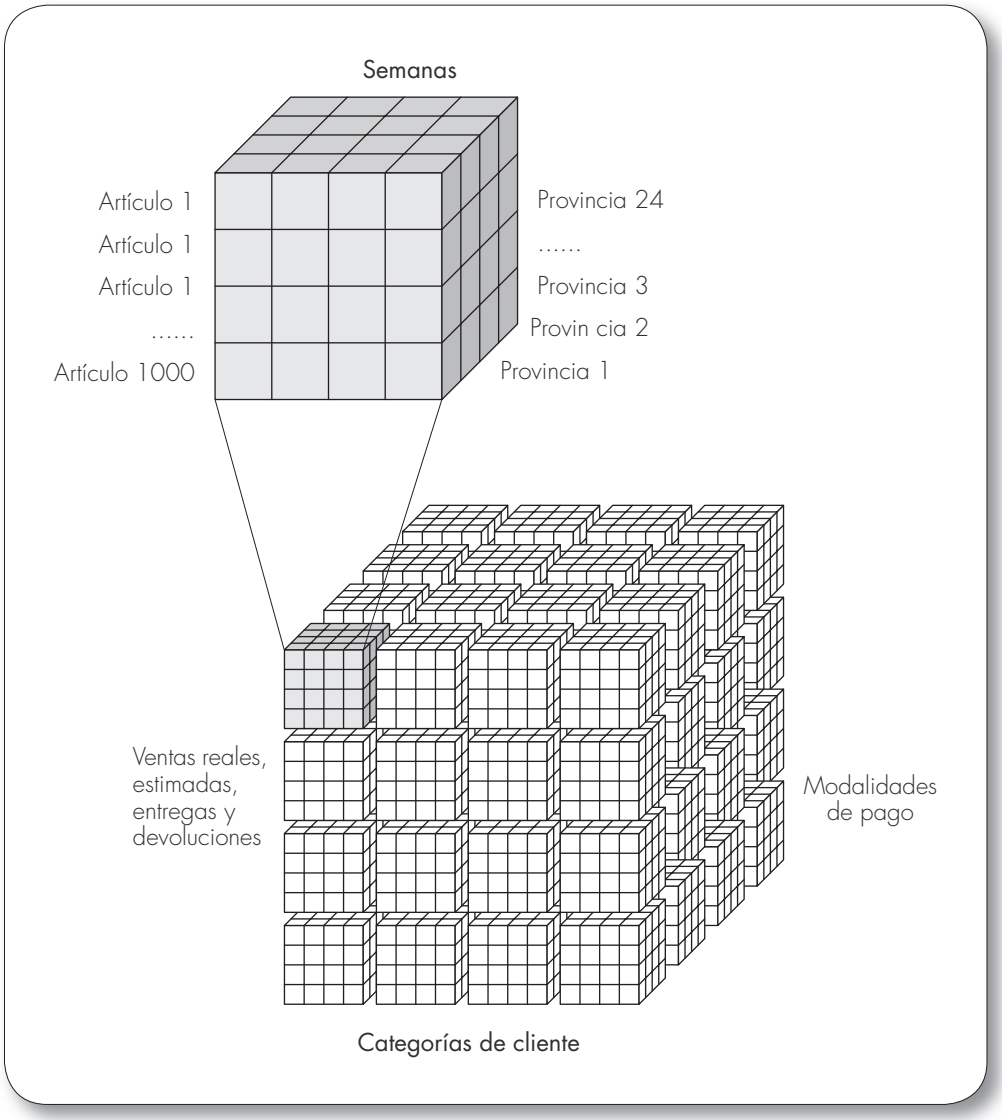


Figura 5.10
Ejemplo de dimensiones anidadas en cubos

Por ejemplo, cuando se desea analizar las ventas de 1.000 artículos en 24 provincias está claro que tendremos 24 mil combinaciones posibles. Pero si a esto le agregamos una nueva dimensión, por ejemplo las 52 semanas del año, tendremos 1.248.000 datos; si agregamos una cuarta dimensión, por ejemplo ventas estimadas, ventas reales, entregas y devoluciones, ya tendremos 4.992.000 combinaciones posibles; si a esto le agregamos diez categorías de clientes habrá 49.920.000 posibilidades y con seis modalidades diferentes de pago llegamos a 299.520.000 combinaciones factibles. Es decir, que en cuanto se quieren agregar más dimensiones de análisis los valores crecen exponencialmente. Pensemos que al intentar analizar dieciseis dimensiones diferentes de sólo cinco valores cada una tendríamos más de 152 billones de combinaciones posibles.

Análisis de ventas en una cadena de supermercados minoristas[70]

Para analizar las ventas de un supermercado la cantidad de variables puede ser enorme. Por ejemplo, no es lo mismo que el 23 de diciembre caiga en jueves o que caiga en lunes. Además, en el supermercadismo existen muchas categorizaciones y distintas familias de productos, por ejemplo; por proveedores, por gama de precios, por gustos y sabores, etcétera. Para tomar decisiones se tienen que considerar todas las variables y se requiere llegar a desagregar cada análisis desde información muy global hasta cada uno de los productos.

En una cadena de supermercados minoristas de descuento implementaron soluciones de la empresa Gognos con una inversión de US$25.000, más el trabajo de tres analistas de la empresa y dos del proveedor durante cuatro meses. En primer lugar, desarrollaron un cubo de ventas en el cual se consolidan los *tickets* de venta de los 2.400 productos y de sus 24 sucursales, extraídos de sus bases de datos transaccionales, desde donde se importa el esquema que se necesite (tablas, consultas y procedimientos) para construir objetos reutilizables durante su explotación. Con otra herramienta específica se pueden visualizar el resultado de los cubos y las consultas de los mismos. También se toma información de múltiples archivos generados específicamente para este tipo de consultas. Dentro de los principales reportes obtenidos se encuentran distintos ranking de venta por producto, a precio de venta y a precio de costo. Ventas y márgenes por jefe de producto y ventas evaluadas por seis niveles de análisis de mercado donde el último nivel es el producto mismo. Con esta información los compradores pueden elaborar una matriz de movimiento de productos en la cual se consideran unidades vendidas, precio promedio, kilos comercializados, hacer comparativas de semana contra semana, martes contra martes, acumulación anual, por períodos de estacionalidad, etcétera. Es decir, que se puede ver lo que se vende de cada producto, la composición del mix de márgenes, de unidades vendidas y cómo se comporta cada familia de productos.

d) Herramientas de usuario final

Existe una variedad de aplicaciones disponibles para responder a los requerimientos de los usuarios finales, además si una organización requiere algo más especializado, puede construir sus propias aplicaciones o modelos. Todas las aplicaciones se pueden clasificar en siete categorías:

- *Reportes estáticos y en vivo:* los reportes estáticos proveen una mirada de la información en una forma predeterminada –por ejemplo, ventas por sucursal y por mes–. Los reportes en vivo permiten al usuario manipular la información interactivamente y profundizar, aún más, en los niveles de información, también con formatos predefinidos.

- *Análisis multidimensional/OLAP:* el procesamiento analítico en línea (OLAP, *On Line Analytical Processing*) es la herramienta que el usuario puede utilizar para tener acceso directo –o en línea– a las estructuras que contienen los datos, gene-

[70] Extractado del artículo "El precio justo" en *Information Technology* N° 106, marzo, 2006.

ralmente cubos mutidimensionales, mediante software analítico, que se instala en un computador personal. Su interfase está preparada para ser simple e intuitiva para una rápida compresión y un fácil uso, de forma de encontrar fácilmente tendencias y relaciones. De esta manera se tiene acceso a grandes volúmenes de datos y se logra máxima flexibilidad cuando se realizan análisis multidimensionales.

Es bajo estas condiciones que es útil usar este tipo de herramientas para poder realizar análisis que de otra manera podrían demandar horas o a veces días completos de procesamiento.

Estas herramientas entre sus funciones tienen capacidad de hacer un efecto de desagregación inmediata (*drill down*), a niveles de mayor detalle de cada una de las dimensiones analizables.

Análisis de productos mediante OLAP[71]

Una empresa multinacional que elabora y administra en Argentina distintos productos lácteos y bebidas de múltiples marcas, necesita llegar con sus resultados hasta las oficinas centrales de la empresa en París. Utiliza para ello un software de nicho de una de las principales soluciones OLAP del mercado denominada Hyperion (adquirido recientemente por Oracle).

En cada país que se encuentra esta multinacional, la herramienta se va adaptando a las características locales. En Argentina el modelo planteado globalmente quedó obsoleto a los pocos años de uso. La devaluación generó la necesidad de un nuevo trazado de variables a medir, las proyecciones y escenarios no podían analizarse adecuadamente con la herramienta desarrollada en forma global por la firma.

De esta manera fue necesario redefinir toda la herramienta desde cero, involucrando a tres personas del área de Finanzas, una de Sistemas y otras tres de una consultora independiente, para colaborar en el desarrollo del nuevo modelo. Si bien se mantuvo la misma tecnología, la nueva solución aportó mejoras sustanciales a los mecanismos de análisis y presupuestación de la compañía. Antes, para analizar un escenario se necesitaba más de una hora, con la nueva solución se requieren sólo cuatro minutos, con lo cual se obtuvo mayor flexibilidad, capacidad de análisis y se enriquecieron las decisiones que se toman desde las gerencias. Ahora analizan más escenarios posibles de desempeño de cada uno de los productos. Además, se automatizaron varios procesos de carga manual de datos lo que redujo la posibilidad de errores y tiempo empleado por los usuarios en la preparación de los datos. También se creó un tablero de indicadores para mostrar la información a la alta gerencia con una presentación más amigable mostrando los datos en forma de relojes, termómetros y tacómetros. A la posibilidad de analizar la rentabilidad por producto y por cliente ya existente, se agregó la división por región y mayor detalle en el análisis del cuadro de resultados, ampliando la cantidad de cuentas a ser analizadas.

[71] Extractado del artículo "Góndolas bien calculadas" en *Information Technology* N° 126, diciembre, 2007.

- *Tableros de control o comando y cuadro de mando integral (BSC, Balanced Scorecard):* estas herramientas ya han sido mencionadas al presentar los sistemas para el nivel de administración estratégica de una organización, a los cuales llamamos EIS (*Executive Information Systems*) o (ESS, *Executive Support Systems*). En estos casos el objetivo es evaluar el desempeño de la organización con indicadores financieros y de gestión, y, en su caso, correlacionar la visión del mapa estratégico con dicho desempeño.
  Ahora volvemos a retomar este mismo tipo de sistemas, pero analizándolos en los casos en que funcionan en forma integrada con otros sistemas y con otras herramientas de análisis de información provistas por los sistemas de Inteligencia en los Negocios (BI).
  Las formas en que pueden presentarse estos Tableros de Comando son altamente variables, son frecuentes, por ejemplo, el uso de tacómetros, semáforos, diagramas de sectores, pictogramas, diagramas de dispersión; dependiendo de la información y de los destinatarios de la misma.
  Es decir, privilegian la accesibilidad de los datos que permitan describir situaciones significativas para quienes lo consultan.
  Los Tableros de Comando también brindan la posibilidad de profundizar el análisis, para lo cual admiten incrementar el nivel de detalle de los valores representados, pueden permitir modificar algunas de las variables utilizadas, comparar situaciones, proyectar tendencias, o vincularse con otras herramientas del BI como reportes o análisis multidimensional o acceder a las fuentes de datos; en general los sistemas de gestión o reportes externos utilizados para conformar el *Data Warehouse*.

Elaboración de indicadores desde un ERP[72]

Existen grandes distribuidoras de productos farmacológicos cuyo negocio está en ubicarse en la intermediación de grandes laboratorios como GlaxoSmithKline, MSD, Schering Plough y Temis Lístalo y más de mil farmacias, droguerías, supermercados y otras instituciones que venden ese tipo de productos.

En un momento el área de sistemas de una de estas distribuidoras generaba reportes surgidos de las necesidades de las áreas Comercial, Finanzas y Logística y de los datos disponibles en su ERP, pero se llegó a un punto en que las necesidades de las áreas superaban las posibilidades analíticas del sistema de gestión utilizado. Además, era necesario que la información evaluada por cada área fuese presentada a la gerencia por medio de indicadores y reportes de gestión.

Para lograr ese objetivo efectuaron un relevamiento de la totalidad de los indicadores requeridos por cada área, elaboraron un modelo de consulta y requirieron a los proveedores potenciales de distintas herramientas analíticas que elaboraran un prototipo para analizar cada producto.

Hay indicadores de gestión que atraviesan varias áreas y otros particulares de un sector. Por ejemplo, el indicador de reembolsos es tanto para Logística como para Finanzas. Se elaboraron once cubos con 45 indicadores. Para los usuarios la mayor ventaja fue contar con toda la información requerida y tener la independencia de poder entrecruzarla libremente con los datos en cuestión de minutos. Dentro de los indicadores más utilizados en

[72] Extractado del artículo "Ventana de información" en *Information Technology* N° 125, noviembre, 2007.

el área logística están: la *performance* de entrega, la *performance* de productividad, las devoluciones y los porcentajes de conformes de los remitos. Pero, por ejemplo, la *performance* de entrega les sirve para informar a los laboratorios y controlar el día a día y se puede desglosar en valores por jornada, por laboratorio y por producto. El indicador de contrareembolso es importante porque Logística hace una cantidad significativa de entregas contra reembolsos y se trata de un volumen muy importante de dinero que necesita un seguimiento y ver cómo pagó el cliente, midiendo, además, la calidad del servicio logístico.

- *Presupuestos y predicciones:* hacer presupuestos, para la mayoría de las empresas, es una tarea difícil, tediosa y que consume mucho tiempo. La elaboración de presupuestos basada en BI ofrece varias ventajas como la posibilidad de realizar múltiples predicciones basadas en distintas cantidad de variables y supuestos, así como incorporar diferentes escenarios alternativos. Muchos de estos análisis son posibles especialmente por la capacidad de los *Data Warehouse* de mantener datos históricos, es decir, los distintos valores que un dato tuvo en un determinado período. Además, la formulación de los distintos presupuestos y predicciones se logra en forma rápida con la posibilidad de analizar información consolidada con datos actualizados a último momento por medio de herramientas OLAP.

- *Minería de datos (Data Mining):* la minería de datos consiste en un conjunto de técnicas con capacidad de extraer relaciones ocultas y efectuar predicciones en grandes bases de datos.
  Es decir, que con el uso de algoritmos de búsquedas y técnicas estadísticas se pueden descubrir patrones y predecir tendencias así como correlaciones ocultas.
  Según Saroka (2002), desde un punto de vista orientado al proceso, existen tres tipos de *Data Mining*:

  - *Orientado al descubrimiento:* es el proceso en el cual se buscan patrones ocultos en una base de datos sin una idea predeterminada, o hipótesis, acerca de cuáles pueden ser esos patrones. En otras palabras, el sistema busca cuáles son los patrones interesantes sin requerir que el usuario realice las preguntas. En grandes bases de datos, la cantidad de patrones es tan extensa que los usuarios no pueden descubrirlos todos.
  - *Orientado al modelado predictivo:* los patrones descubiertos en la base de datos son utilizados para predecir el futuro. El modelado predictivo permite a los usuarios realizar preguntas y el sistema responderá sobre la base de patrones encontrados anteriormente para esos valores desconocidos. Mientras que el descubrimiento descripto anteriormente se encarga de encontrar patrones en los datos, el modelado predictivo aplica los patrones para determinar valores probables.
  - *Análisis forense:* es el proceso mediante el cual se aplican patrones extraídos para encontrar datos inusuales o anomalías. Para ellos, primero se debe descubrir cuál es la norma y luego detectar aquellos datos que se desvían de la misma.

Para realizar estas funciones se utilizan distintos algoritmos de asociación, clasificación y *clustering*; algunas de las técnicas más utilizadas son, por ejemplo:

- *Análisis de regresión:* son análisis para investigar la relación estadística que existe entre los datos disponibles de una variable dependiente y una o más variables independientes definiendo la relación funcional entre las variables analizadas. Un ejemplo del uso de este tipo de herramienta son los pronósticos de cobranzas relacionados con la capacidad financiera del cliente.
- *Árboles de decisión:* son estructuras que representan, en forma de árbol, el conjunto de alternativas que tiene frente así un decididor. Se analizan los distintos eventos que derivan de cada una de ellas y las probabilidades asociadas a cada evento. Estas decisiones generan reglas para la clasificación del conjunto de datos. Estos métodos incluyen Árboles de clasificación y regresión, (CART) y detección de interacción automática de Chi cuadrado (CHAI).
- *Redes neuronales:* (NN, *Neural Networks*) son modelos predecibles no lineales que aprenden a partir de un conjunto de entrenamiento desde el cual se generalizan patrones para clasificación y predicción. Las redes neuronales tienen capacidad de representar cualquier dependencia funcional, trabajando con gran cantidad de variables y datos, pero es preciso conocer bien el problema que se quiere modelar.
- *Algoritmos genéticos:* se trata de técnicas de optimización combinatoria que se basan en la simulación de los procesos evolutivos de la naturaleza. Se define una función objetivo y una representación para los objetos del modelo. Se aplican distintos operadores de selección, de mutación y de recombinación a una población inicial, generándose así nuevos objetos denominados "hijos" que reemplazan a los padres. Los nuevos objetos que "sobreviven", es decir, que no se descartan, son aquellos que más se asemejan a los valores de la función objetivo inicial.
- *Lógica difusa:* es una aplicación de la lógica convencional que se extiende para manejar el concepto de análisis en base a la verdad parcial. Se trata de un razonamiento que se basa en la aproximación a la percepción humana donde no todo es blanco o negro.
  Los defensores de esta técnica sostienen que el racionamiento humano es difuso, tanto en la capacidad de análisis del entorno, como en la capacidad de tomar decisiones teniendo en cuenta todas las entradas posibles, medidas de una forma no matemática. La principal ventaja de la lógica difusa es la facilidad de su implementación, ya que no requiere conocer el modelo matemático que rige un comportamiento. Sin embargo, si se pudiese conocer el modelo matemático se obtendrían mejores resultados que usando lógica difusa. El método está dando buenos resultados en procesos no lineales y de difícil modelización. Por otra parte, las reglas de inferencia de un sistema difuso pueden ser formuladas por expertos, o bien aprendidas por el propio sistema, haciendo uso en este caso de redes neuronales para fortalecer las futuras tomas de decisiones.
- *Método del vecino más cercano:* es una técnica de clasificación donde cada registro es analizado dentro de un conjunto de datos basado en una combinación de las clases del o de los registros más similares a él en un conjunto de datos históricos.
- Detección de canastas de productos: se trata de una herramienta para el análisis de venta conjunta de productos.

Sin duda, implementar técnicas de *Data Mining* es una de las tareas más complejas en el uso de las herramientas de BI, pero es la que está más íntimamente vinculada a la capacidad de generación de conocimiento; es por ello que a veces

se identifica al *Data Mining* con los sistemas de administración del conocimiento (KWS, *Knowledge Management Systems*) que veremos más adelante. No obstante, según nuestro criterio, este último concepto involucra un aspecto más amplio al ocuparse no solamente de la generación del conocimiento, sino también de su clasificación, recuperación y distribución.

- *Alertas y distribución:* cuando los datos por analizar se salen de los estándares, los agentes de software toman nota y actúan de inmediato. Los sistemas tradicionales requieren que primero el usuario observe y comprenda las excepciones antes de que se tome acción, pero los sistemas avanzados permiten a los usuarios enlazar eventos con notificaciones, es decir, si por ejemplo las ventas de un producto determinado bajaron más de un 5% en un mes, el sistema envíe un e-mail al gerente de producto con copia al gerente de marketing.
- *Proceso de entrada:* estas aplicaciones son las herramientas por las cuales se puede acceder a la información sin intervención humana entre procesos, por lo cual estos procesos así automatizados en formas de cadenas son más rápidos, con mayor seguridad y más económicos.

Experiencias del BI en Argentina[73]

Según la encuesta que prepara anualmente la revista *Information Technology* sobre tecnología en información entre 148 empresas de las más desarrolladas en estos temas en Argentina, el 59,5% de las mismas está utilizando alguna herramienta de BI.

El 14,8% utiliza herramientas provistas por MicroStrategy, el 4,7% usa Cognos, otro 4,7% usa Business Objects y sólo el 3,4% ha realizado un desarrollo propio en el tema.

Pero también esa encuesta revela que las empresas que están planificando hacer inversiones en tecnologías de la información consideran que BI es el tema que se va a llevar la mayor parte de esas inversiones, de cerca les sigue como segunda prioridad, reemplazar o estabilizar sus sistemas ERP, superando a otros temas con menor prioridad como podría ser el recambio de equipos, comunicaciones e instalación de otros tipos de tecnologías.

5.2.2 Sistemas referenciados geográficamente (GIS, *Geographic Information System*)

Un SIG (sistema de información georreferenciada) o GIS es un sistema compuesto de un conjunto de procedimientos usados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar datos geográficamente referenciados, es decir, objetos con una ubicación definida sobre la superficie terrestre bajo un sistema convencional de coordenadas.

Se dice que un objeto en un SIG es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene tamaño, es decir, que presenta una dimensión física (alto-ancho-largo) y una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre.

A todo objeto se asocian distintos atributos que pueden ser gráficos o no gráficos o alfanuméricos.

En general, un SIG debe tener la capacidad de dar respuesta a los siguientes tipos de preguntas:

[73] Extractado de "Encuesta 2008" en *Information Technology* N° 130, mayo, 2008.

- ¿Dónde está el objeto A?
- ¿Dónde está A con relación a B?
- ¿Cuantas ocurrencias del tipo X hay en una distancia D del objeto A?
- ¿Cuál es el valor que toma la función Z si se traslada a la posición X?
- ¿Cuál es la dimensión de B (frecuencia, perímetro, área, volumen)?
- ¿Cuál es el resultado de la intersección de diferentes tipos de información?
- ¿Cuál es el camino más corto sobre el terreno desde un punto (X1, Y1) a lo largo de un corredor P hasta un punto (X2, Y2)?
- ¿Qué hay en el punto (X, Y)?
- ¿Qué objetos están próximos a aquellos objetos que tienen una combinación de determinadas características?
- ¿Cuál es el resultado de clasificar los siguientes conjuntos de información espacial?
- Utilizando el modelo definido del mundo real, simule el efecto del proceso P, en un tiempo T, dado un escenario S.

La representación primaria de los datos en un SIG está basada en algunos tipos de objetos universales que se refieren al punto, línea y área. Los elementos puntuales son todos aquellos objetos relativamente pequeños respecto a su entorno más inmediatamente próximo. Por ejemplo, elementos puntuales pueden ser un poste de la red de energía o un edificio o un semáforo. Los objetos lineales se representan por una sucesión de puntos donde el ancho del elemento lineal es despreciable respecto a la magnitud de su longitud, con este tipo de objetos se modelan y definen las carreteras, las líneas de transmisión de energía, los ríos, las tuberías del acueducto, entre otros. Los objetos de tipo área se representan de acuerdo con un conjunto de líneas y puntos cerrados para formar una zona perfectamente definida a la que se le puede aplicar el concepto de perímetro, ancho y longitud. Con este tipo se modelan las superficies tales como: mapas de bosques, sectores socioeconómicos de una población, áreas de distribución de un producto, etcétera.

Los objetos se agrupan de acuerdo a características comunes y forman categorías o capas, tal como se representa en la **Figura 5.11**.

Figura 5.11
Análisis de capas múltiples en un S.I.G.

Las agrupaciones son dinámicas y se establecen para responder a las necesidades específicas del usuario. La categoría o cobertura se define como una unidad básica de almacenamiento. Es una versión digital de un sencillo mapa "temático" en el sentido de contener información solamente sobre algunos de los objetos.

En una categoría se presentan tanto los atributos gráficos como los no gráficos.

Una categoría queda representada en el sistema por el conjunto de archivos o mapas que le pertenecen.

A cada objeto contenido en una categoría se le asigna un único número identificador. Cada objeto está caracterizado por una localización única (atributos gráficos con relación a unas coordenadas geográficas) y por un conjunto de descripciones (atributos no gráficos). El modelo de datos permite relacionar y ligar atributos gráficos y no gráficos. Las relaciones se establecen tanto desde el punto de vista posicional como topológico. Los datos posicionales dicen donde está el elemento y los datos topológicos informan sobre la ubicación del elemento con relación a los otros elementos. Los atributos no gráficos dicen qué es y cómo es el objeto. El número identificador que es único para cada objeto de la categoría es almacenado tanto en el archivo o mapa de objetos, como en la tabla de atributos, lo cual garantiza una correspondencia estricta entre los atributos gráficos y no gráficos.

Como ejemplo de aplicación de un SIG podemos ver las funciones que se pueden asignar a una herramienta de este tipo en el ámbito de un municipio:

- Producción y actualización de la cartografía básica.
- Administración de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía, teléfonos, etcétera).
- Inventario y valuación de predios.
- Atención de emergencias (incendios, terremotos, accidentes de tránsito, etcétera) .
- Estratificación socioeconómica.
- Regulación del uso de la tierra.
- Control ambiental (saneamiento básico ambiental y mejoramiento de las condiciones ambientales, educación ambiental).
- Evaluación de áreas de riesgos (prevención y atención de desastres).
- Localización óptima de la infraestructura de equipamiento social (educación, salud, deporte y recreación).
- Diseño y mantenimiento de la red vial.
- Formulación y evaluación de planes de desarrollo social y económico.

Uso de un sistema de un SIG para la ciudad de Buenos Aires[74]

El sistema de recolección urbana de basura en la ciudad de Buenos Aires implica que todos los vecinos de la ciudad pueden efectuar denuncias por residuos no retirados o pedidos para el retiro de los residuos voluminosos y escombros de una dirección particular.

Por cada cesto no vaciado a tiempo y denunciado por los vecinos se impone una multa a la empresa contratada que varía entre $2.000 y $20.000 según la complejidad de la falta. Los castigos emanan de los reclamos registrados en el Centro Único de Reclamos dependiente de la Subsecretaría de la Higiene Urbana.

[74] Extractado del artículo "Apurados, pero limpios" en *Information Technology* N° 124, octubre 2007.

Para dar transparencia al sistema varias instancias de auditoría son compartidas entre el Gobierno de la Ciudad y la empresa concesionaria. Aquí la tecnología tiene un rol trascendente. Los reclamos y pedidos de retiro de basura entran por una línea 0800 a un sistema de gestión. Si se trata de un pedido de recolección el mismo no puede demorarse más de un día, con lo cual el sistema provee de una serie de alarmas para que los plazos no se venzan. Si se trata de un reclamo el mismo debe estar resuelto dentro de las 24 horas, si en ese lapso no se resuelve llega un alerta vía correo electrónico al Gobierno de la Ciudad estableciendo un nuevo plazo perentorio de dos horas.
Pero el plazo para cumplir estos pedidos y reclamos se basa en un sistema de monitoreo geográfico de móviles que brinda la posición geográfica de cada vehículo cada 50 segundos con una posibilidad de error menor a 90 metros. Por medio de este sistema se puede ordenar una recolección con urgencia a una unidad en medio de uno de sus recorridos. Además en caso de denuncias el sistema posibilita identificar la ubicación del vehículo y la trayectoria efectuada por el mismo.
Este sistema fue puesto en marcha en enero de 2006, al mismo también acceden los auditores del Gobierno de la Ciudad. El mismo costó $105.000. ($80.000 corresponden a los equipos de comunicaciones) y con él se ha logrado bajar en un 50% los reclamos de los vecinos por incumplimientos en la recolección de la basura.

La información geográfica con la cual se trabaja en los SIG puede encontrarse en dos formatos: *raster* (o retícula) y vectorial.

El formato raster se obtiene cuando se "digitaliza" un mapa o una fotografía o cuando se obtienen imágenes digitales capturadas por satélites. La captura de la información en este formato se hace mediante escáner, imágenes de satélite, fotografía aérea, cámaras digitales de fotos o video.

En el formato vectorial, la información gráfica se representa internamente por medio de segmentos orientados de rectas o vectores. De este modo un mapa queda reducido a una serie de pares ordenados de coordenadas, utilizados para representar puntos, líneas y superficies.

La captura de la información en el formato vectorial se hace por medio de: mesas digitalizadoras, convertidores de formato raster a formato vectorial, sistemas de geoposicionamiento global (GPS) y entrada de datos alfanumérica.

Los SIG vectoriales son más populares en el mercado. No obstante, los SIG raster son muy utilizados en estudios medioambientales donde no se requiere una excesiva precisión espacial (contaminación atmosférica, distribución de temperaturas, localización de especies marinas, análisis geológicos, etcétera).

En un sistema SIG existen distintas formas de edición de la información.

Estas funciones de edición son particulares de cada programa SIG, (existen muchos sistemas como el ArcGIS, AutoD Autodesk Map, MapWindow GIS, IDRISI, Generic Mapping Tools, entre otros).

Estas funciones deben incluir:

- Mecanismos para la edición de entidades gráficas (cambio de color, posición, escala, dibujo de nuevas entidades gráficas, entre otros).
- Mecanismos para la edición de datos descriptivos (modificación de atributos, cambios en la estructura de archivos, actualización de datos, generación de nuevos datos, etcétera).

Un SIG para medir el impacto publicitario[75]

Una de las principales empresas de publicidad de alquiler de carteles en la vía pública acudió a un SIG para mejorar su gestión. En la actualidad esa empresa cuenta con más de cuatro mil carteles en el ámbito del Gran Buenos Aires. Esta forma de publicidad, a diferencia de lo que sucede en televisión, gráfica o radio, siempre tuvo el inconveniente de ser difícil en cuanto a determinar su impacto. Tradicionalmente, se contrataban carteles porque los publicitarios intuían que por su ubicación son vistos por mucha gente y realizan una inferencia del nivel socioeconómico de dichos potenciales consumidores en función del nivel de la gente que habita o trabaja en dicha ubicación.

Sin embargo, este criterio es muy limitado ya que una persona que, por ejemplo, vive en Avellaneda y trabaja en Olivos recorre buena parte de la ciudad consumiendo publicidad sin que esto quede reflejado en esa forma de medición. Esto puso siempre en desventaja a este tipo de publicidad frente a los otros medios de publicidad que pueden medir su *rating* en forma mucho más certera.

Para resolver esto, se realizó un estudio del recorrido que diariamente efectúan dos mil personas, analizando su perfil de consumo y los medios de transporte utilizados. De esta forma se determinó, cuadra por cuadra, el recorrido de los entrevistados desde que salieron de su casa hasta que regresaron. De esta manera se proyectó el total de personas que pasaron delante de cada cartel y por qué cuadras no había ninguno. De esta forma se puede determinar un puntaje de *rating* de cada cartel, con lo cual el valor de venta de esta publicidad pasó a determinarse por puntos de *rating* como el resto de las publicidades.

Toda la información de la encuesta mencionada fue cargada en un sistema georreferenciado para determinar los puntos de *rating* de cada cartel. Pero además la aplicación le muestra, a quien esté evaluando una campaña publicitaria, fotos con las ubicaciones de cada cartel, así como la localización de distintos supermercados y centros de consumo, considerando que cuando una persona va al supermercado está tomando decisiones de compra. El sistema también determina la historia de los circuitos que eventualmente haya alquilado históricamente el producto que desea publicitarse.

La utilización de esta técnica le posibilita a los clientes comprar menor cantidad de carteles, pero con la misma efectividad de cobertura medida en puntos de *rating* y permite tener la certeza de que el mensaje publicitario llegará a un determinado segmento de público. Las empresas que decidan comprar menor cantidad de carteles podrán elegir aquellos que tengan mayor tasa de repetición (cantidad de veces que la misma persona ve el mismo cartel). Este sistema también ha sido útil para determinar la tasa de rendimiento de cada cartel, seleccionando a la vez las mejores ubicaciones para nuevas inversiones en nuevos carteles a comercializar.

Esta aplicación le reportó a la agencia un incremento en el 20% de su facturación, lo cual le aseguró un pronto retorno de la inversión efectuada.

[75] Extractado del artículo "Problemas de cartel" en *Information Technology* N° 46, julio 2000.

5.3 SISTEMAS PARA LA INTEGRACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Hasta ahora hemos estado analizando distintos tipos de sistemas de información que son utilizados para restar incertidumbre en el proceso de toma de decisiones en distintas funciones organizativas, a distintos niveles de la estructura y con diferente grado de integración. Sin embargo, hay otros sistemas que no se focalizan en ninguno de los objetivos que enumeramos hasta ahora; se trata de sistemas cuya razón de ser es mejorar la comunicación y coordinación de los miembros de una organización logrando que los mismos trabajen en forma más integrada en forma independiente a la función que cada uno de ellos realiza y al nivel que se encuentre en la pirámide organizacional. Denominamos a estos sistemas por su objetivo que es la integración de recursos humanos.

Un ejemplo sencillo podría ser el servicio de correo electrónico o un sistema de portal institucional. Ambas herramientas prestan el mismo servicio para miembros de la organización que realizan diferentes funciones y que pueden estar situados en distintos niveles organizativos. Es decir, que en estos casos el tipo de decisión a ser tomada no condiciona a la información suministrada por estos sistemas, pero sin lugar a dudas ellos prestan un apoyo fundamental a mejorar la eficiencia y efectividad del grupo de personas que integran a toda organización.

Entre otros, podemos identificar como sistemas que tienden a la integración de los recursos humanos a los sistemas diseñados para administrar flujos de trabajo (*workflow*), a los sistemas de colaboración empresarial, a los sistemas de colaboración de grupos de trabajo (GDSS, *Group Decision Support Systems*), incluyendo a los a veces denominados sistemas de automatización de oficinas (OAS, *Office Automation Systems*), a los sistemas de gestión documental y a los sistemas de administración del conocimiento (KWS, *Knowledge Management Systems*).

5.3.1 Sistemas para administración del flujo de trabajo (*workflow*)

Estos sistemas permiten diseñar, implementar y controlar los flujos de trabajo y el procesamiento de documentación dentro de una organización (ver **Figura 5.12**). Permiten resolver los procesos administrativos siendo sensibles a urgencias, montos, solicitantes y excepciones documentándolas y facilitando su control. Estas aplicaciones también son útiles para ordenar las tareas operativas alertando a cada empleado la llegada de una tarea, automatizando los procesos de distribución y aprobación en función de los roles de los participantes en cada estado del flujo de trabajo.

Estas herramientas también permiten adjuntar los formularios externos y algunas de estas herramientas interactúan con las bases de datos, capturando la información para la toma de decisiones. Por estos sistemas se puede analizar el recorrido de un trámite, evaluar cargas de trabajo alertando sobre demoras, o falta de intervención de algún participante del proceso, previendo procesos alternativos o responsables sustitutos en los casos necesarios.

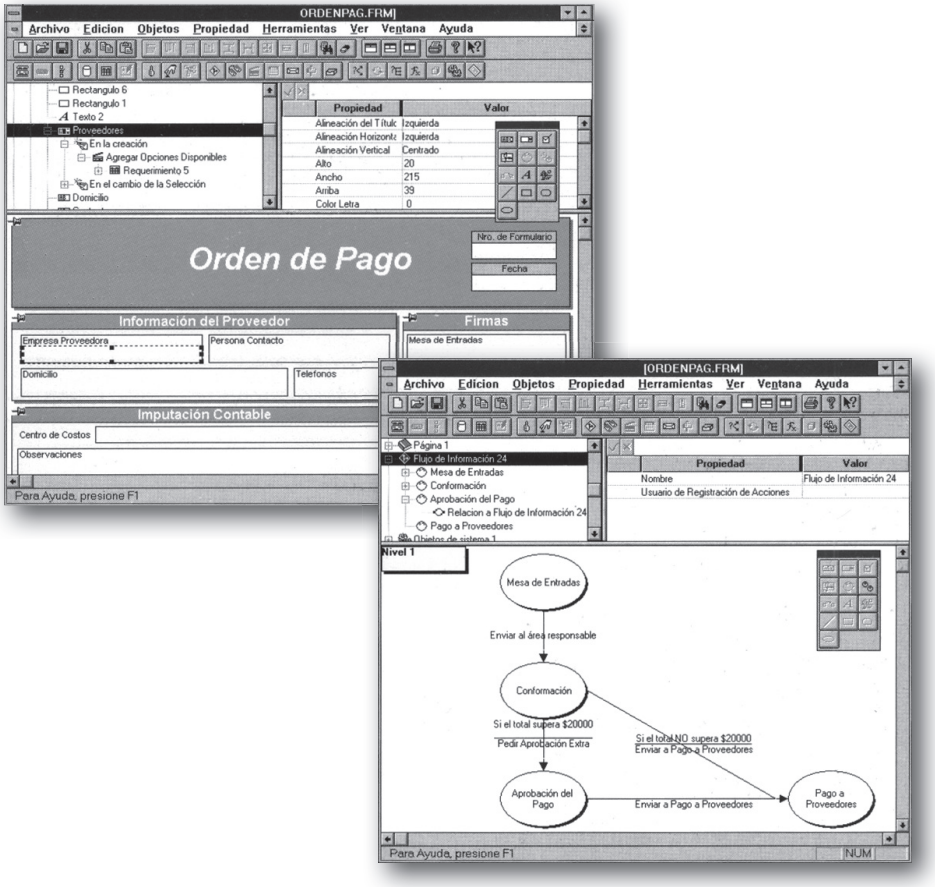


Figura 5.12

Diseño de procesos con un *workflow*

5.3.2 Sistemas de colaboración empresarial (ECS, *Enterprise Collaborative Systems*) y sistemas de colaboración de grupos de trabajo (GDSS, *Group Decision Support Systems*)

Los sistemas de colaboración empresarial son sistemas de información que propician la comunicación, coordinación y colaboración entre los miembros del grupo de trabajo.

Su objetivo es hacer que el trabajo conjunto sea más fácil y efectivo ayudando a:

- Comunicar, compartiendo información entre unos y otros.
- Coordinar esfuerzos del trabajo individual y de uso de recursos.
- Colaborar, trabajando juntos cooperativamente en proyectos y tareas.

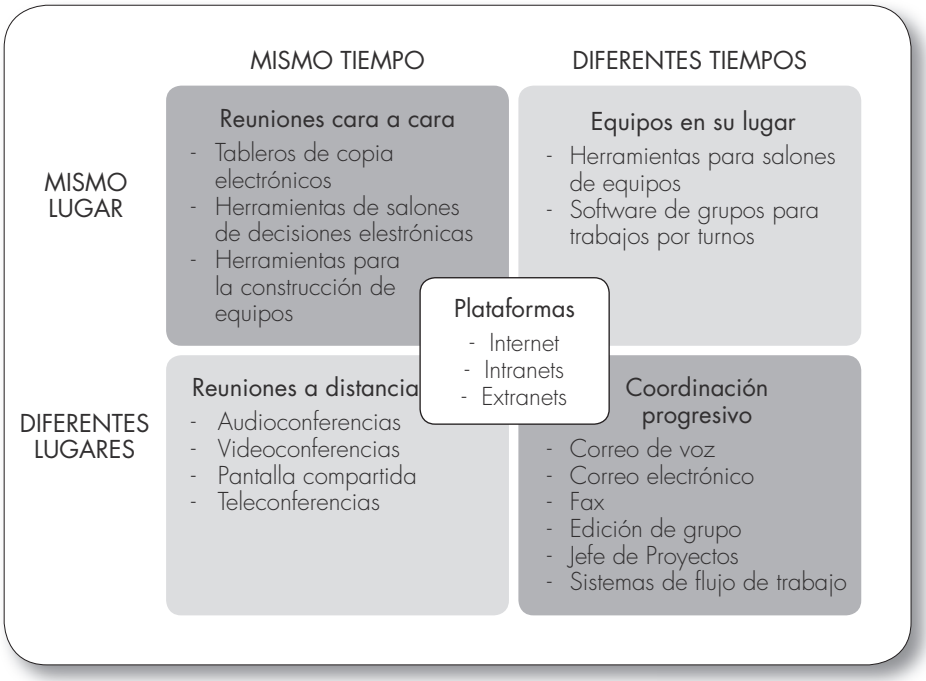
La aplicación de estas funcionalidades varía dependiendo del momento y lugar donde se produzcan las interacciones entre los miembros del grupo de trabajo.

En la **Figura 5.13**, extractado de los conceptos de G. Beekman[76], veremos las distintas posibilidades y algunas herramientas disponibles:

[76] G. Beekman, *Computación e informática hoy: una mirada a la tecnología de mañana*, Addison Wesley. Longman, 1999.

Figura 5.13

Dimensiones de los sistemas de colaboración de grupos de trabajo



Sistemas de colaboración empresarial[77]

A fines de 2006 una concesionaria de uno de los ramales ferroviarios de la Argentina, decidió resolver sus problemas de comunicación interna mediante el desarrollo de un portal único que sirviera de interfaz única entre los usuarios de 420 computadoras de escritorios y unos setenta *notebooks* distribuidos, y viajando entre sus sedes y la central ubicada en Rosario.

La situación era que no existía ningún aplicativo donde se pudiesen registrar las solicitudes del personal, lo hacían por teléfono o por e-mail, también necesitaban tener información sobre inconvenientes técnicos, posibles desperfectos en vagones, pero la información tardaba 45 días en llegar a quien debía tomar alguna decisión. La falta de una "mesa de entradas" común provocaba algunas incomunicaciones entre las áreas administrativas y las gerencias de proceso como en el pago a proveedores, previsión de gastos, y la cancelación de facturas.

Una vez tomada la decisión de integrar la totalidad de aplicativos en un portal único se pasó bastante tiempo en consolidar y unificar toda la información; en primer lugar se incluyó información para la comunicación interna y luego, información del sistema de gestión. Hicieron un *workflow* de aprobaciones y una campaña para pasar todos los formularios operativos al portal. Agregaron funciones de e-mail y chat internos junto con funciones para cargar facturas, presupuestos y pedidos del personal que cada área podía aceptar o rechazar. Cada proceso en el portal podía dirigirse a una gerencia puntual. Se incorporaron funciones de ayuda informática en línea y pedidos de librería, viáticos y soporte interno.

[77] Extractado del artículo "En vías de desarrollo" en *Information Technology* N° 124, octubre, 2007.

5.3.3 Sistemas de gestión documental (DMS, *Document Management System*)

Una aplicación de gestión documental permite relacionar documentos entre sí y darles una semántica común. También posibilitan la búsqueda de información dentro de todos los documentos y es capaz de ofrecer información sobre documentos relacionados. Es por ello que se puede decir que este tipo de sistemas provee una base operativa de colaboración orientada a un contexto operacional. La gestión documental puede ser, además, un elemento o función integrada a los sistemas CRM o ERP ya vistos.

5.3.4 Sistemas de gestión de procesos de negocio (BPMS, *Business Process Management*)

La gestión de procesos de negocio es una metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos. Un sistema que sirva para implementar esta metodología comprende cuatro etapas: Modelización, Ejecución, Monitorización y Optimización. Se puede pensar a estos sistemas como una integración de lo que antes vimos como sistemas de administración de fluyo de trabajo con herramientas de gestión documental, e incluso a veces con funciones de los sistemas de colaboración de trabajo en grupo.

Podría pensarse en los BPMS como una extensión de los *workflows* a los cuales se les agrega la posibilidad de modelar procesos; monitorearlos en tiempo real; hacer análisis históricos de procesos; como así también contar con la posibilidad de implementar alarmas, semáforos o tableros para interpretar los indicadores que estos mismos sistemas proporcionan.

En términos de integración algunas herramientas de BPM están preparadas para interactuar directamente con otras herramientas como las destinadas a la recolección de datos de sistemas transaccionales, con sistemas de comercio electrónico, con plataformas de correo electrónico y con dispositivos móviles. De esta manera los usuarios de estos sistemas pueden, por ejemplo, identificar indicadores de eficiencia en la gestión, demoras en trámites puntuales, aprobar instancias de trabajo, o autorizar procesos desde la bandeja de entrada de correo, o por mensajes de texto o mediante el uso de teléfonos celulares.

Sin embargo, existe otra visión distinta para este tipo de sistemas y es la que hace énfasis en la metodología de gestión de procesos como algo diferente al análisis funcional. Es decir, toma la gestión de procesos como una forma de administrar a las organizaciones más allá de la herramienta informática para lograrlo. Según esta concepción, cuando una organización cambia de un enfoque basado en funciones a una lógica de procesos, lo que está haciendo es pasar de enfatizar el análisis de quién hace qué cosa, a definir cuáles son las acciones más eficientes para lograr cierto resultado.

5.3.5 Sistemas de automatización de oficinas (OAS, *Office Automation Systems*)

Dentro de esta categoría incluimos las herramientas destinadas a ayudar al trabajo diario del personal administrativo de una organización, forman parte de este tipo de software los procesadores de textos, las hojas de cálculo, los editores de presentaciones, los clientes de correo electrónico, etcétera. Cuando estas aplicaciones se agrupan en un mismo paquete de software para facilitar su distribución e instalación, al conjunto se le suele conocer con el nombre de paquete integrado de oficina o suite ofimática. Estos sistemas son de uso genérico y son habitualmente utilizados por la mayoría del personal administrativo de una organización más allá de niveles y funciones. Por otra parte, actualmente todos estos sistemas tienen incorporados recursos para ser compartidos entre los miembros de un grupo de trabajo, por lo cual los podemos incorporar dentro de esta categoría de sistemas para la integración de los recursos humanos.

El paquete de software más popular que puede ajustarse a la definición de OAS es Microsoft Office. También hay otras versiones que se ajustan a este concepto como los son Google Docs & Spreadsheets, Zoho, etcétera.

5.3.6 Sistemas de administración del conocimiento (KWS, *Knowledge Management Systems*)

La Gestión del Conocimiento es la administración de activos intangibles que generan valor para la organización. La mayoría de estos intangibles tienen que ver con procesos relacionados de una u otra forma con la captación, estructuración y transmisión de conocimiento. Por lo tanto, la Gestión del Conocimiento tiene en el aprendizaje organizacional su principal herramienta.

La gestión documental es una de las herramientas en las que se apoya la gestión del conocimiento, pero también lo son los sistemas para el trabajo en grupo (*groupware*), las Intranets, los portales corporativos y las suites especializadas en la gestión del conocimiento como Lotus Notes, Share Point, etcétera.

En estos sistemas un puesto clave es el de administrador del conocimiento, quien tiene la función de supervisar la captura, almacenamiento y mantenimiento del conocimiento que otros producen, así como evaluar el rendimiento, medir retorno de conocimiento almacenado y refinar el sistema.

La administración del conocimiento es una disciplina administrativa y empresarial con foco en los valores intelectuales de la empresa. Los KWS incluyen dos procesos de conocimiento, el tácito y el explícito. Este último puede estar representado en bases de datos, sistemas CRM, *Data Warehouse*, etcétera, mientras que el conocimiento tácito es incapturable: el talento, el criterio, la comprensión de los recursos humanos de una organización.

Los sistemas de administración de conocimiento abarcan los procesos de:

- Descubrimiento y captura
- Clasificación
- Recuperación
- Distribución

> "En una organización orientada al aprendizaje y la gestión del conocimiento, es fundamental tender a consolidar la retención del personal, la baja rotación, el aprendizaje continuo y planificado del personal, el monitoreo del valor agregado por empleado, el monitoreo de los aprendizajes de clientes, etc. con el fin de consolidar el modelo y generar una cultura de innovación y crecimiento tanto de la organización como de las personas"[78].

[78] D. Piorun, *Desafíos del joven profesiona*l, Editorial Errepar, 2009.

Capacitación al personal usando tecnología de la información[79]

La filial argentina de una de las empresas líderes en envíos internacionales, fletes, transporte y logística invirtió US$20.000 en la implementación de una plataforma de educación para capacitar en forma virtual a una fuerza de ventas de quinientas personas.

Se eligió al Grupo Extremo Sur, de la ciudad de Rosario, que no solamente aportara la plataforma tecnológica, sino que diera forma a los contenidos y brindara servicio de *hosting*.

El desarrollo de los cursos, con módulos de lectura, ejercicios y evaluación, llevó aproximadamente dos semanas. La herramienta cuenta con un organizador, informe de actividades, planificación de contenidos y consignas para el desarrollo. También cuenta con un boletín de distribución electrónica, depósito de archivo, biblioteca digital, foros de debate, chat, videoconferencias y definición de perfiles de usuarios.

La herramienta desarrollada en nuestro país será extendida al resto de los países de América Latina donde tiene presencia la compañía, por lo cual el retorno de la inversión está asegurado. El costo de desarrollo de cada curso se estima en US$2.000, mientras que para desarrollarlo presencialmente para cada uno de los siete países de la región no costaría menos de US$15.000.

[79] Extractado de artículo "Lecciones por correo" en *Information Technology* N° 103, noviembre, 2005.

CAPÍTULO 6

COMERCIO ELECTRÓNICO Y NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

Considerar: Front y Back end.

Recordar las diferencias: centralizado, descentralizado, distribuído

6.1 SISTEMAS DE COMERCIO ELECTRÓNICO

Una forma diferente de ver las operaciones de lo que anteriormente denominamos sistemas de procesamiento de transacciones (TPS), es cuando se utiliza internet como recurso o soporte esencial para efectuar las mismas. Es lo que se ha dado en llamar comercio electrónico. En este capítulo analizaremos en particular esta modalidad de aplicación transaccional que va en camino a convertirse en una parte significativa de las herramientas de negocio de organizaciones de todo tipo de tamaño y actividad.

Algunos autores como Laudon y Laudon (2008) enumeran una serie de factores por los cuales el comercio electrónico es algo muy distinto a lo conocido hasta ahora y, por lo cual, merece ser estudiado específicamente:

- *Ubicuidad:* el comercio electrónico se puede realizar en cualquier lugar y en cualquier momento. Ambas partes, vendedor y consumidor, usando comercio electrónico reducen sustancialmente su costo por participar en el mercado.
- *Alcance global:* la tecnología del comercio electrónico permite que el mercado ascienda teóricamente a la totalidad de las personas conectadas a internet, reduciendo considerablemente las limitaciones culturales, sociales y nacionales.
- *Estándares universales:* la conectividad a internet y, por lo tanto, a los mercados de comercio electrónico tienen estándares universales que no han sido alcanzados por ningún otro medio de comunicación. Las diferentes plataformas tecnológicas (televisión, radio, telefonía celular) se encuentran limitadas por los estándares que se han ido adoptando en cada país. Esta característica del comercio electrónico reduce los costos de entrada al mercado de los vendedores y también los costos de búsqueda de productos y servicios por los consumidores.
- *Riqueza informativa:* tradicionalmente, la complejidad y contenido de un mensaje comercial estaba contrapuesto a su alcance. Cuanto mayor era la riqueza del mensaje éste podía llegar a menor cantidad de consumidores. Esto ha sido revertido por el comercio electrónico, donde la tecnología permite que mensajes ricos en

contenido visual, auditivo e informativo lleguen a una enorme y creciente cantidad de personas.

- *Interactividad:* hasta la llegada del comercio electrónico, sólo el teléfono era una tecnología con capacidad de comunicación bidireccional entre consumidor y vendedor. La interactividad permite a un vendedor involucrar a un consumidor como si se comunicara con él frente a frente, con la diferencia que puede hacerlo a escala masiva y en forma global.
- *Densidad de la información:* internet y el comercio electrónico incrementan ampliamente la información total disponible en el mercado. La tecnología del comercio electrónico reduce los costos de recopilación, almacenamiento, procesamiento y comunicación de toda la información del mercado. Se logra así una mayor transparencia de precios, costos y ofertas del mercado. Por otra parte, los comerciantes también ven reducidos sus costos para obtener información de sus clientes reales o potenciales, posibilitando diferenciar sus productos en cuanto a costo y calidad conforme a la demanda que obtengan de los mismos.
- *Personalización de mensajes, productos y servicios:* la tecnología de comercio electrónico permite a los vendedores personalizar los mensajes de marketing para individuos específicos ajustando cada mensaje de acuerdo a los intereses de cada consumidor potencial. También se pueden personalizar los productos y servicios adecuándolos a las preferencias de los consumidores, al aprovechar la capacidad de la tecnología en recopilar mucha información de los mismos al momento de la compra. Esto se ve facilitado por la densidad de información con la cual el vendedor puede acumular mucha información del comportamiento del consumidor en sus transacciones anteriores.

Internet reduce la asimetría de la información que se produce en los mercados tradicionales cuando una de las partes de una operación posee más información importante para la transacción que la otra parte.

Los mercados digitales ofrecen muchas posibilidades para vender directamente al consumidor, evitando a los intermediarios como los distribuidores o establecimientos comerciales minoristas. La eliminación de la intermediación puede reducir los costos de algunos productos y servicios.

En la actualidad, muchas compañías participan en alguna o varias de las tres categorías con las cuales habitualmente se define el comercio electrónico:

6.1.1 Comercio de empresa a consumidor (B2C, *Business to Consumer*)

Es aquel en el cual muchas empresas ofrecen sitios Web de comercio electrónico que proporcionan vidrieras virtuales, catálogos multimedia, procesamiento interactivo de pedidos, sistemas electrónicos de pago y soporte en línea para clientes.

Algunos números del B2C en Argentina[80]

- Una de las principales cadenas de electrodomésticos obtuvo ganancias con una facturación por comercio electrónico similar a una sucursal física de la cadena.
- En el caso de los supermercados 115 mil personas en todo el país consumen casi a diario alguno de los 50 mil productos que los sitios de los supermercados ofertan en internet. En Europa la participación del co-

[80] Extractado de "El punto de partida" en *Information Technology* N° 154, julio 2010.

mercio electrónico dentro del total de operaciones de los supermercados tradicionales varía entre el 4 y el 7%, en Argentina es del 0,4%.

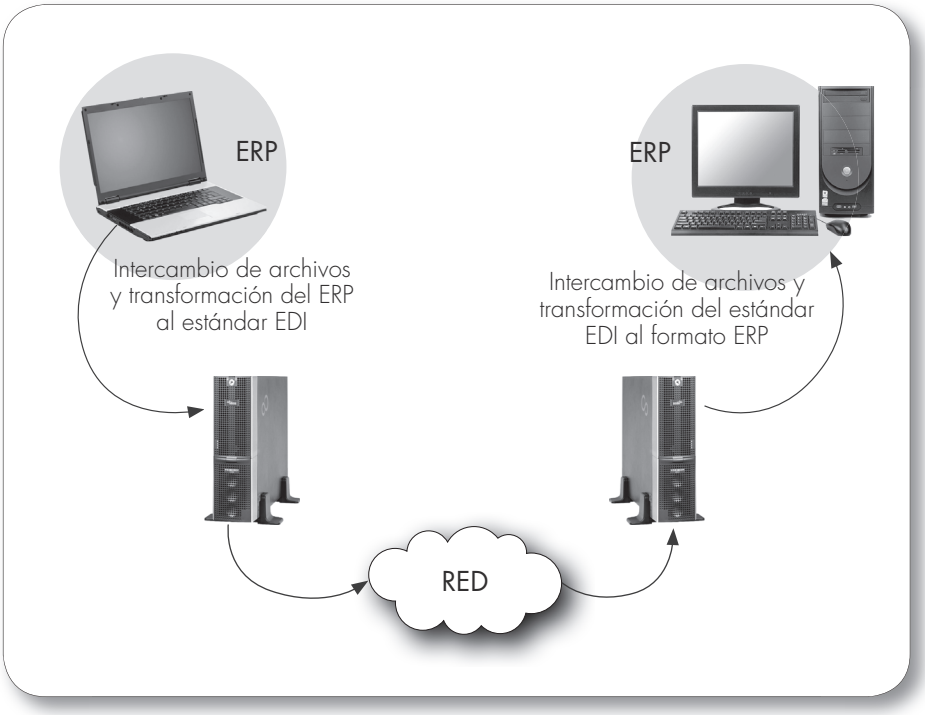
- Los compradores por internet realizan operaciones por un promedio de 900 pesos anuales.
- Una importante librería de Argentina que ofrece sus productos por internet obtuvo un 4% de las ventas anuales por medio de este canal de comercialización.
- Las conexiones de banda ancha alcanzaron en el 2005 a 240 mil lo que equivale a:
  - dos veces la audiencia de radio AM
  - 39 puntos de *rating* de TV
  - dos veces la cantidad de lectores de diario
- Se calcula en 500 mil los compradores activos en internet.
- El costo de una solución de comercio electrónico se estima a partir de los $5.000.

6.1.2 Comercio electrónico de negocio a negocio (B2B, *Business to Business*)

Esta categoría incluye mercados de negocios electrónicos y vínculos directos entre empresas. Dentro de esta categoría son muy importantes los portales de comercio electrónico B2B que proporcionan mercados de subastas entre sus participantes. En general, buena parte de estas actividades de comercio electrónico se soportan mediante el intercambio electrónico de datos (EDI, *Electronic Data Interchange*), como muestra la **Figura 6.1**, por el cual los mensajes son estructurados de acuerdo a normas acordadas previamente de forma tal, que el contenido de los mismos pueda ser interpretado por otro sistema ERP distinto al que lo envió en forma automática, segura y sin ambigüedad.

Figura 6.1

Intercambio electrónico de datos en el B2B



De esta manera se intercambian documentos de comercio electrónico con clientes y proveedores comerciales importantes aún cuando cada una de las partes utilice muy diferentes sistemas de gestión y haya adaptado alguna aplicación EDI diferente. En la **Figura 6.2** se ejemplifican algunos de esos documentos que las partes pueden intercambiarse con esta modalidad entre sistemas diferentes.

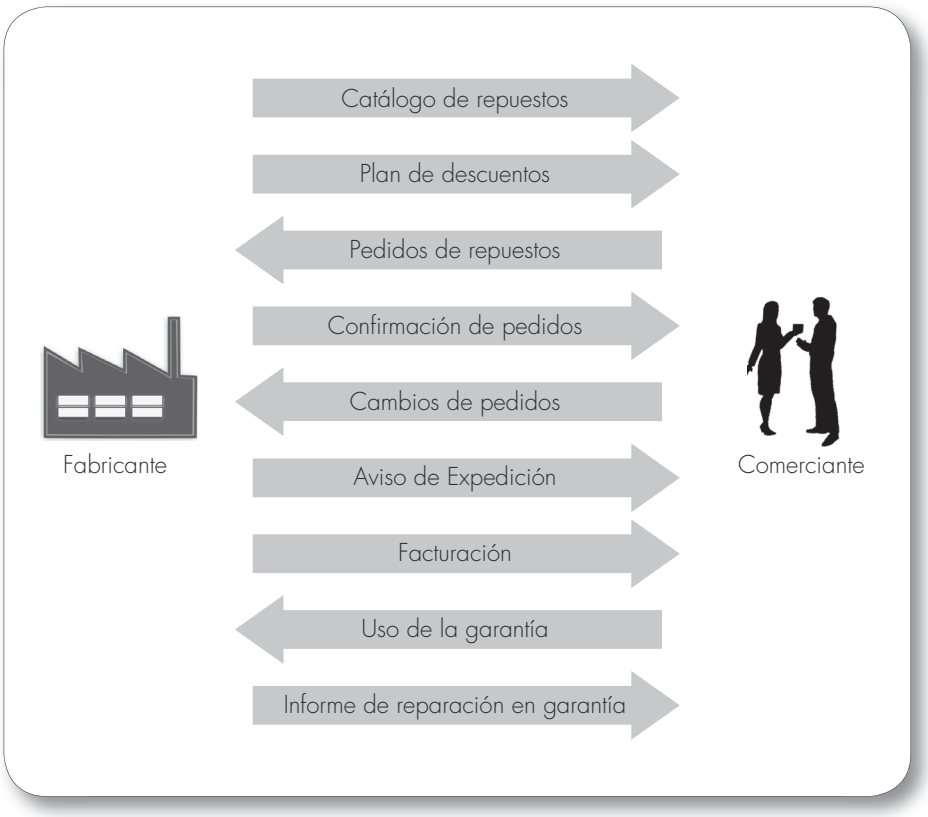


Figura 6.2
Ejemplo de intercambio de información entre las partes del B2B

También dentro de la modalidad B2B se encuentran las subastas inversas que son estrategias de los compradores para buscar nuevos proveedores, o mejorar los precios, colocando ofertas de compra para que los vendedores compitan entre sí para lograr concretar la operación.

6.1.3 Comercio electrónico de consumidor a consumidor (C2C, *Consumer to Consumer*)

En esta modalidad se incluye a las subastas en línea (eBay, MercadoLibre, DeRemate, o MasOportunidades) que han logrado un enorme éxito permitiendo a consumidores (así como las empresas) comprar y vender productos y servicios sin tener que desarrollar una infraestructura propia de comercio electrónico. Actualmente las operaciones por medio de estas plataformas se pueden realizar a precio fijo, o bajo la modalidad de subastas. La logística y la modalidad de pago pactada por las partes pueden utilizar algunos de los servicios que son ofrecidos por la plataforma, en las cuales también es habitual que luego de concretar la operación las partes se califiquen para conocimiento de todos los usuarios registrados.

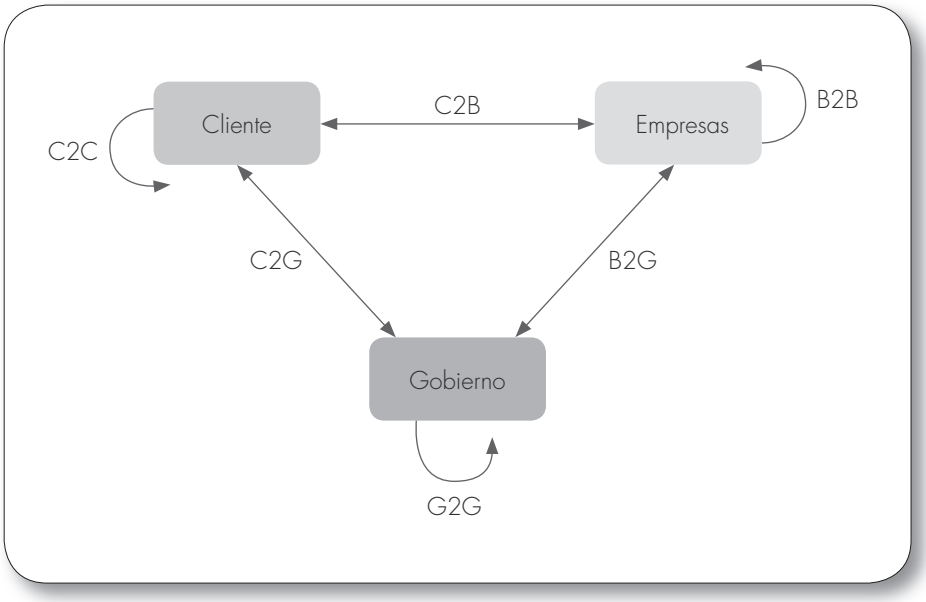
Algunos números del C2C en Argentina[81]

- La principal plataforma de comercio electrónico, originalmente pensada como un sitio de subastas que opera en varios países de Latinoamérica, tiene un total de cuarenta millones de usuarios registrados y entre 2008 y 2009 creció un 40%, alcanzando un volumen de operaciones de US$2.750 millones.
- Argentina tiene un total de nueve millones de compradores y tres millones de vendedores. Según la consultora Nielsen, 52 mil perciben en forma completa o gran parte de sus ingresos por las operaciones que realizan en esa plataforma. El 54% de los vendedores ya tienen colaboradores para realizar sus ofertas en esa plataforma, el 38% son comerciantes que trabajan por cuenta propia y el 8% son grandes empresas.
- Por otra parte, el 80% de los usuarios de internet compran productos nuevos, mientras que sólo el 20% restante compra productos usados.

Un caso particular de B2C son las aplicaciones que establecen las autoridades gubernamentales con los ciudadanos mediante distintas funciones de sitios de internet. Esta modalidad recibe el nombre de gobierno electrónico. Algunas de las funciones habitualmente incluidas en esta modalidad de gestión es la publicación de "mapas del estado", guía de trámites, acceso a la información pública, sistemas de seguimiento de trámites y expedientes, sistemas de atención de reclamos en línea, etcétera. Una visión más amplia del gobierno electrónico incluye las relaciones del gobierno con las empresas y con los distintos niveles de gestión gubernamental con lo cual se generan nuevas categorías de comercio electrónico como se presenta en la **Figura 6.3**.

Figura 6.3

Comercio electrónico según sus participantes



[81] Extractado de "El punto de partida" en *Information Technology* N° 154, julio 2010.

Cuando el B2B no es un cuento chino[82]

Los autoservicios chinos que operan en Argentina tienen el 37% del mercado y lanzaron un portal B2B para realizar compras mayoristas, el cual tiene un volumen potencial de $10 millones mensuales.
Invirtiendo US$90.000 estos supermercadistas han desarrollado ese portal para conectarse con productores y mayoristas, y de esta manera concentrar las demandas de, en principio, doscientos puntos de compras estimando llegar a un total de mil supermercados integrados que negociarán de esta manera mejores precios para cada uno de ellos.
Para tener una idea del poder de compra hay que tener en cuenta que del total de supermercados de origen chino en todo el país suman cuatro mil con un volumen de compra de dos mil millones anuales. Esta herramienta les permitirá competir con las grandes cadenas de supermercados.
El paquete de conectividad para los doscientos puntos iniciales de la cadena promedia los $13.000 mensuales, pero se estima que estos costos se irán reduciendo por economía de escala cuando se incorporen más asociados a la red.
En una segunda etapa está previsto habilitar un sitio Web para realizar operaciones de B2C con sus clientes.

6.1.4 Procesos esenciales de comercio electrónico

Realizar transacciones de comercio electrónico requiere resolver algunos procesos esenciales para esta actividad que se ven afectados por las particularidades propias de internet.

a) Control de acceso y seguridad

Para poder realizar comercio electrónico se debe lograr una confianza mutua entre ambas partes de una relación de este tipo, por lo cual se requiere un acceso seguro a la plataforma desde la cual se harán las transacciones. Esto se logra al autentificar usuarios, autorizar el acceso y hacer cumplir las normas de seguridad. Por ejemplo, estos procesos establecen que un cliente y un sitio de comercio electrónico son quienes dicen ser a través de nombres de usuarios y contraseñas, llaves de encriptación o certificados y firmas digitales.

b) Perfiles y personalización

Una vez que una persona tiene acceso a un sitio de comercio electrónico se llevan a cabo procesos de generación de perfiles que reúnen datos tanto de la persona como de su comportamiento y de las opciones seleccionadas en el sitio Web. Este perfil será consultado en todo futuro acceso de esa persona al sitio. Los perfiles de usuario se desarrollan mediante el uso de herramientas para este fin, como el registro de usuarios, archivos de registro de identificación (*cookies*), software de rastreo del comportamiento de sitios Web y retroalimentación de usuarios. Por lo tanto, estos perfiles se pueden utilizar, en principio, para reconocer a la persona como un usuario individual y proporcionarle una perspectiva personalizada de los contenidos del sitio, así como recomendaciones de pro-

[82] Extractado de "Sabiduría oriental" en *Information Technology* N° 113, octubre, 2006.

ductos y anuncios Web personalizados. Los procesos de generación de perfiles también se usan para ayudar a autentificar la identidad de la persona con propósitos de pago y de administración de cuentas, así como para recopilar datos para la administración de relaciones con clientes, la planeación de mercadotecnia y la administración del sitio Web.

Sin embargo, esta función de administración de perfiles de usuarios es continuamente observada por sus implicancias de intromisión en la privacidad de los mismos y otras cuestiones de índole ético.

c) Administración de búsquedas

Los procesos de búsqueda eficaces proporcionan al sitio Web de comercio electrónico una capacidad muy valorada por los usuarios de los mismos para ayudarlos a encontrar el producto o servicios específicos que desean evaluar o comprar.

Los paquetes de software de comercio electrónico pueden incluir un componente de búsqueda interna o externa al propio sitio. Para ello se puede comprar un buscador de comercio electrónico, adaptado a las necesidades de cada sitio. Tecnologías de búsqueda como Google y Requisite Technology están disponibles para incorporarse a sitios de comercio electrónico, lo cual facilita la implementación de esta funcionalidad.

Los buscadores pueden usar distintas técnicas de búsqueda como las basadas en contenido (por ejemplo, una descripción del producto) o por búsqueda de parámetros seleccionados (por ejemplo, búsquedas por valores, por zonas geográficas, por fechas, etcétera).

d) Administración de contenidos y catálogos

El software de administración de contenidos ayuda a las empresas de comercio electrónico a desarrollar, generar, entregar, actualizar y archivar información de texto y multimedia en sitios Web de comercio electrónico. Otra aplicación de este tipo de funcionalidad es la posibilidad de generación de contenido por parte de distintos autores.

En algunos casos la administración de contenidos y catálogos funciona conjuntamente con las herramientas de generación de perfiles para personalizar automáticamente el contenido de páginas Web. Por ejemplo, Travelocity.com usa el software de administración de contenido OnDisplay para ofrecer a los usuarios información promocional personalizada referente a otras oportunidades de viajes, al mismo momento que ésos usuarios participan de una transacción en línea relacionada con viajes.

También esta función de administración de contenidos puede servir para ayudar a la configuración de productos que apoyen el autoservicio al cliente basado en Web. Por ejemplo, Dell Computer utiliza este tipo de herramientas para vender computadoras en línea facilitando la personalización masiva de los pedidos de sus clientes conforme al catálogo de componentes y posibilidades que se brinda su sitio de comercio electrónico.

e) Administración de flujo de trabajo (*workflow*)

Muchos de los procesos de negocio de las aplicaciones de comercio electrónico se pueden administrar y automatizar de manera parcial con la ayuda de este software. El mismo contiene modelos de procesos de negocio que se llevarán a cabo ante distintas transacciones que se realicen mediante el sitio Web.

Estos modelos de flujo de trabajo definen las series predefinidas de reglas de negocio para concretar una operación; las funciones que deben realizar cada una de las partes interesadas; los distintos requerimientos de autorización para cada transacción y distintas alternativas de enrutamiento de cada operación efectuada en el sitio.

f) Notificación de eventos

La mayoría de aplicaciones de comercio electrónico son sistemas dirigidos por eventos que responden a una multitud de circunstancias.

Muchos de estos eventos merecen ser identificados como, por ejemplo, la primera vez que un cliente nuevo ingresa al sitio Web, los procesos de pago y entrega, así como innumerables actividades de administración de la cadena de suministro y de administración de relaciones con clientes. Por este motivo los procesos de notificación de eventos desempeñan una función importante en los sistemas de comercio electrónico. Así se define cómo, cuándo y porqué clientes, proveedores, empleados y otras partes interesadas, deben ser notificados de determinados acontecimientos predefinidos.

El software de notificación de eventos puede funcionar con el software de administración de flujo de trabajo para supervisar todos los procesos de comercio electrónico y registrar todos los eventos relevantes, así como cambios inesperados o situaciones problemáticas.

Además, esta herramienta puede trabajar con el software de generación de perfiles de usuarios para notificar automáticamente a todas las partes interesadas de eventos de transacciones importantes.

Las comunicaciones de estos eventos se pueden realizar mediante distintos métodos que en cada caso se hayan definido como los más apropiados, como por ejemplo el correo electrónico, mensajes de texto, buscapersonas, comunicaciones por fax, etcétera. Esto también puede incluir las notificaciones a la gerencia de una empresa para que ésta pueda supervisar la reacción de sus empleados en determinados eventos predefinidos, como también la notificación de eventos puede estar dirigida a la retroalimentación de clientes y proveedores de algunos procesos internos de la organización.

g) Colaboración y negociación

Los sistemas que permiten generar y administrar sitios de comercio electrónico habitualmente tienen incorporados funciones destinadas a facilitar el establecimiento de acuerdos de colaboración y demás servicios comerciales que necesiten los clientes, proveedores y socios comerciales; para poder realizar las transacciones de comercio electrónico. Esto es aplicable, por ejemplo, para facilitar las funciones de logística o procesos complementarios a la transacción principal y pueden establecer nuevas relaciones con participantes adicionales a los que participan de dicha transacción.

h) Procesos electrónicos de pago

Desde luego que todo sitio de comercio electrónico tiene que tener previstas una o múltiples formas de procesar los pagos electrónicos que los clientes del mismo deberán hacer para concretar las operaciones. La transferencia electrónica de fondos (EFT, *Electronic Funds Transfer*) es una forma importante de pago electrónico en las industrias bancarias y de venta minorista, para ello se utilizan tarjetas de crédito o débito. Pero como es fácil identificar los números de tarjetas de crédito o débito que viajan por la red se deben tomar medidas adicionales para incrementar la seguridad de este tipo de transacciones.

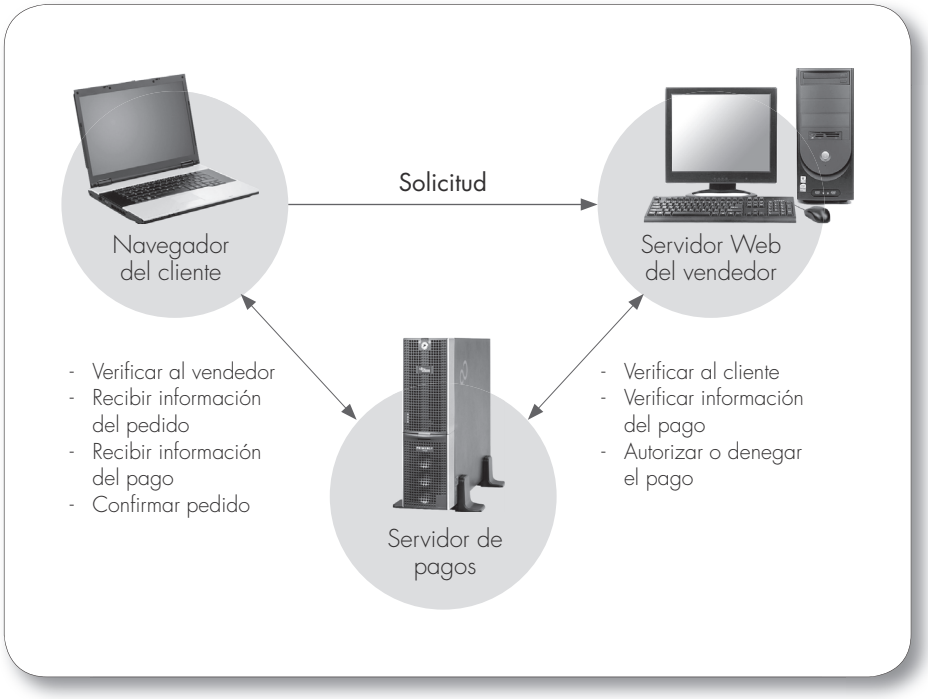
Muchas empresas usan el método de capa de conexión segura (SSL, *Secure Socket Layer*) desarrollado por Netscape, que encripta automáticamente los datos que pasan entre el navegador Web de un usuario y el servidor de un comerciante. Para ello ambas partes determinan cuál es el algoritmo criptográfico a utilizar, intercambian claves y encriptan la información que se transmiten entre ellos utilizando una clave secreta previamente seleccionada. Pero aún así la información del pago es sensible a ser utilizada en forma inadecuada en el momento que se desencripta en el servidor del comerciante.

Por ello, se desarrolló un método de pago de cartera digital. Con este método, se agregan módulos adicionales de software de seguridad al navegador Web los que encriptan los datos de la tarjeta de pago utilizada de tal manera que sólo logre verlos la entidad que autoriza las transacciones al comerciante. Todo lo que se le dice al comerciante es si aprueba o no la transacción que se intenta realizar.

Es decir, que tal como se observa en la **Figura 6.4**, además de la comunicación que realizan el usuario y el comercio electrónico en el sitio de éste, para efectos de la confirmación del pago se requiere de un tercero para concretar la transacción.

Figura 6.4

Modelo de pago con cartera digital



La transacción electrónica segura (SET, *Secure Electronic Transaction*) es un estándar para la seguridad de pagos electrónicos que amplía el enfoque de cartera digital. En este método el software codifica un "sobre digital" con certificados digitales que especifican los detalles del pago para cada transacción. VISA, Mastercard, IBM, Microsoft, Netscape y muchos más han aprobado el método, pero éste ha tenido la renuencia de las empresas a aumentar los requisitos de hardware, software y costos, para darle mayor seguridad a las operaciones de comercio electrónico.

También existen otras alternativas para el pago de las operaciones de comercio electrónico como lo son el "sistema de pago de igual a igual" destinado para quienes no quieren recibir dinero por tarjetas de crédito. Se trata de un sistema no bancario de transferencia de dinero por internet. Un ejemplo es Dineromail, empresa que cobra entre el 3 y 5% por cada transacción[83].

Las empresas que realizan comercio B2B tienen la posibilidad de realizar transferencias electrónicas con métodos de firma digital que aseguren, además de la identidad de las partes, el no repudio de las transacciones realizadas.

[83] Extractado del artículo "De profesión creador de oportunidades" en *Information Technology* N° 113, octubre, 2006.

Datos del comercio electrónico en Argentina[84]

Durante el 2009 los argentinos realizaron compras en la Web por 5,2 millones y la estimación para el 2010 asciende a 6,5 millones mientras que en el 2006 fueron sólo 2,3 millones.

Este incremento se explica en parte por el aumento de usuarios de internet, de 3,7 millones en 2006 a 23 millones en 2009. Además, en 2006 el 14% de los usuarios de internet era comprador frecuente por la red, mientras que ese porcentaje alcanzó al 26% en 2009.

Hay una alta concentración del gasto efectuado en esta modalidad de operaciones, ya que el 20% de los usuarios realizan el 70% del total del gasto. El 63,1% de los compradores tiene cinco o más años de experiencia en internet.

El 20% de las Pymes compra o vende por internet; pero el nivel de concentración también es muy alto desde la oferta, ya que el 78% de los compradores realiza sus operaciones en la plataforma de venta más popular: MercadoLibre. En 2009 la gran mayoría de las compras fueron artículos electrónicos, cámaras digitales, consolas y electrodomésticos. En segundo lugar las preferencias se volcaron a productos informáticos y luego telefonía. La indumentaria alcanzó el 13,3% de las compras, un porcentaje algo menor se volcó a libros y revistas, y un 11,3% al turismo.

Al momento de pagar las operaciones, 2/3 partes de los compradores lo hacen en efectivo al retirar la compra o contra reembolso u otros medios de pago como PagoFácil o RapiPago. El tercio restante utiliza tarjetas de crédito o débito o mediante transferencias bancarias.

Poco a poco, el consumidor argentino pierde miedo a usar su tarjeta en la Web. Según VISA argentina, a nivel mundial el 10% de los consumos realizados con esta tarjeta corresponden a pagos *on-line*. En la Argentina, esta cifra es del 3% y va en aumento.

6.2 SISTEMAS PARA NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

Bajo esta denominación se identifican aquellos negocios que han nacido y se han desarrollado en virtud al uso de sistemas de información basados en internet.

Desde un punto de vista teórico podríamos decir que estos nuevos modelos de negocio son sistemas estratégicos para la organización. Pero en verdad estas aplicaciones van un poco más allá debido a que no nacen para reducir costos, ni agregar valor, ni para ser barreras para competidores, como los son los sistemas estratégicos, sino que estos sistemas de información son la esencia del negocio.

El caso emblemático de estos nuevos modelos es el de la librería estadounidense Amazon, tienda virtual que nace para la venta de libros en internet que no tiene presencia física en el mercado.

No incluimos bajo este concepto a las muchas empresas que encuentran en internet un canal más para la promoción o comercialización de sus bienes o servicios. Los nuevos modelos de negocio son actividades que no tienen posibilidad de existir fuera de internet y son, por lo tanto, actividades y concepciones novedosas en el mundo de los negocios.

[84] Basado en el *Estudio integral de Comercio Electrónico y consumo online en Argentina 2009*, CACE, Prince & Cooke, febrero, 2010.

Amazon vs Barnes&Noble[85]

Con ventas estimadas en US$500 millones y con 1.600 empleados, Amazon basa su negocio en un limitado, casi inexistente stock de libros. Realiza ventas por internet de productos que generalmente no tiene dentro de sus existencias. Con esto logra un índice de rotación de productos de 26 veces en el año, es decir, que rota totalmente su stock en menos de quince días. Cobra sus ventas al contado según la acreditación de los pagos de sus clientes y paga a sus proveedores a los 45 días.

Estos indicadores se contraponen a su principal competidor en el "mundo real", la cadena de librerías Barnes&Noble que con mil tiendas ocupa a 27 mil empleados. Sus enormes existencias distribuidas entre todas sus tiendas deben ser pagadas en los mismos plazos que Amazon, pero sus stocks deben esperar un promedio de 160 días en ser vendidos con la carga financiera que implica semejante inmovilización de capital.

Amazon por la definición de su negocio tiene sistematizado los datos de la totalidad de sus clientes y puede conocer al detalle el desempeño de cada uno de ellos antes de cerrar cualquier operación de venta. Así es como Amazon puede conocer las preferencias de sus clientes y estimar cuál de los nuevos productos puede ser de interés para cada uno de ellos.

Amazon llegó a tener una valorización de US$10.000 millones y un valor por acción de US$214 mucho antes de obtener su primer balance con utilidades. Las ganancias para esta empresa llegaron recién hace poco tiempo, una vez que pudo absorber el costo de su estructura de comisiones (otorga comisión a todos los sitios de internet que le deriven una operación) y de los significativos gastos en publicidad que realizó para hacerse conocido en el mercado.

6.2.1 Tienda virtual

Vende directamente productos o servicios a consumidores o negocios individuales; además del caso de Amazon.com en Argentina podemos mencionar a *www.leshop.com.ar*, supermercado que opera exclusivamente por internet.

Otro caso es *www.tematica.com* que se dedica básicamente a la comercialización de libros y en su sitio Web ofrece un enorme catálogo de ellos, sus precios, disponibilidad de stock; e incluso, en este caso, podemos observar una clara muestra de valor agregado porque además si, por ejemplo, consultamos la disponibilidad de un texto de nuestro interés, el sitio nos informa qué otros textos fueron adquiridos por la gente que compró el libro que estamos consultando. Estos sitios hacen uso de la información que van registrando de las operaciones que realizan sus clientes para ofrecerles promociones, descuentos, comunicación de precios especiales en sus productos de compra habitual, etcétera.

[85] Extractado de K. Laudon y J. Laudon, *Sistemas de información Gerencial. Organización y tecnología de la empresa conectada en red*, Pearson Educación, 2002.

El supermercado totalmente en línea[86]

En Argentina hay sólo un supermercado que opera exclusivamente por internet. Cuenta con cinco mil clientes registrados, durante el 2006 facturó $15 millones y cerca de $25 millones en el 2007.

En los supermercados físicos, la gestión de sus stocks se maneja desde los mismos lugares por los cuales los clientes están realizando sus compras. Esto dificulta la coordinación en tiempo real del aprovisionamiento de los proveedores y la exposición de los artículos para la venta. Por otra parte, la preparación y desempaque de la mercadería se hace en el mismo salón de venta, lo cual reduce enormemente la eficiencia y prolijidad de la operación.

Al diseñar su sitio, este supermercado en línea tuvo en claro que lo que busca el cliente de este tipo de servicios es la máxima personalización posible, por lo cual, para diferenciarse de sus competidores en el mundo real, se colocaron herramientas que permitían mostrar a cada cliente los productos de sus preferencias en base a la información acumulada de compras anteriores.

En este emprendimiento trabaja un *staff* de ochenta personas, 46 de ellas en el área de operación logística (aproximadamente, la mitad en depósito y otra mitad en *delivery*) y 34 en oficinas centrales (en las áreas de sistemas, compras, comercial y administración).

Respecto a la logística, la hacen en camionetas propias. Además, implementaron un sistema con el cual se envía un mail a los clientes con la confirmación de un horario de entrega con un rango de dispersión reducido a treinta minutos para que no tenga que esperar durante horas. De esta manera un cliente sabrá que va a recibir su pedido, por ejemplo, entre las 18:30 y las 19:00. A su vez, en este mismo mail y, por cuestiones de seguridad, los clientes reciben una foto con el nombre y el DNI del empleado que le realizará la entrega, además de la patente de la camioneta que transporta el pedido.

La empresa concentra el 80% de los servicios en Capital Federal y el resto en GBA norte. En esta empresa estiman que el negocio del comercio electrónico por internet en la Argentina recién está en pañales. Como en la mayoría de los países los comienzos han sido lentos hasta que se llega a un umbral mínimo de divulgación. A partir de ese momento el crecimiento se vuelve exponencial.

Otros casos de tienda virtual son algunas dedicadas a la distribución de computadoras portátiles y accesorios, servicio técnico y alquiler de ese equipamiento; tiendas que funcionan como un club bajo suscripción para la comercialización de vino; agencias de viajes virtuales, verdulerías íntegramente online y sitios para la venta de artículos de librería y suministros para oficina, entre muchos otros autoservicios digitales.

También hay, aunque no desarrollados aún en Argentina, bancos que operan totalmente en internet, sin tener la presencia física de los bancos tradicionales. Es, por ejemplo, el caso del Security First Network Bank.

[86] Extractado de "LeShop llena el changuito" en *Infobrand* N° 164, marzo, 2007; *Information Technology* N° 53; y otras fuentes adicionales.

Agencia de viajes *on-line*[87]

La mayor agencia de viajes líder en Latinoamérica fue fundada en 1999 con oficinas en nueve países de la región con una base de cuatro millones de usuarios registrados y un tráfico anual de dieciocho millones de visitantes y setecientas mil búsquedas mensuales. Envían *newsletters* a diez millones de usuarios por mes. Con quinientos empleados la compañía facturó 125 millones de dólares en 2007.

Este es un portal para la compra y consulta de vuelos, hoteles y transporte con el mejor precio garantizado que permite reservar viajes en tiempo real entre más de quinientas aerolíneas, ochenta mil hoteles, cincuenta agencias de alquiler de autos y miles de paquetes turísticos en todo el mundo.

En 2003 compraron a su principal competidor de México y se preocupan de tener muy bien estudiado el perfil de sus clientes, que en general, son jóvenes que están pendientes de los cambios tecnológicos y valoran la flexibilidad de poder armar su propio viaje. El 85% de sus clientes tiene tarjetas de crédito y están acostumbrados a usar internet en sus transacciones. Demandan información relacionada con sus viajes y el 80% ha tomado tres vacaciones (cortas o largas) en los últimos dieciocho meses, y por lo menos una vez por año han hecho un viaje de una semana o más tiempo.

En esta agencia apoyan su operación con un *call center* propio en tres idiomas (castellano, portugués e inglés) y se enorgullecen de tener en su sitio todas las marcas para realizar la comparación completa de tarifas y servicios que un viajero considere necesario antes de tomar una decisión.

A veces este tipo de negocios va más allá de la venta, posibilitando nuevos canales de comunicación entre clientes y vendedores. Un pionero de este modelo de hacer negocios es la tienda de camisetas *on-line* Threadless.com en la cual esperan que los visitantes al sitio envíen diseños de camisetas, los muestran en su página para que el resto de los usuarios las voten y recién entonces se ponen a fabricar lo que su público ha elegido.

Otro caso son las inmobiliarias que dan más valor a sus clientes mediante mapas de ubicación de propiedades con recorridos "virtuales" de las mismas y demás servicios asociados al negocio.

6.2.2 Agente de información

Proporcionan información de productos, precios y disponibilidad de stocks a individuos y empresas. Generan ingresos por publicidad o por guiar compradores a vendedores. En este caso el sitio, a diferencia del anterior, se trata de un intermediario, puesto que no se ofrecen productos propios sino de otros, y en algunos casos los sitios más utilizados adoptan la modalidad de cobrar a los vendedores para que ofrezcan sus productos en el sitio. Los consumidores se ven favorecidos por encontrar en un único lugar información de múltiples proveedores y los vendedores se favorecen con un volumen de consultas mayor que en un sitio propio.

[87] Extractado de *Management Herald*, junio, 2008.

6.2.3 Agente de transacciones

Se basa en ahorrar tiempo y dinero a los usuarios procesando transacciones de ventas en línea, generando una comisión cada vez que se concreta una transacción. Es decir que, además de la información de los productos, en este tipo de sitios se cierra la operación gestionando a veces el cobro de la misma, o la logística de entrega de los productos.

Un ejemplo de este modelo de negocio en Argentina es Altocity.com, que se presenta como un shopping en línea desde donde se pueden acceder a múltiples tiendas de ropa, muebles, libros, electrodomésticos, etcétera, con envíos a todo el país y cobranza por tarjeta de crédito.

Agentes de transacciones en línea[88]

Si bien en Argentina es difícil encontrar ejemplos de este modelo podemos verlo en casos de organizaciones como el de Marshall Industries, que era el cuarto distribuidor norteamericano de componentes industriales e insumos de producción.

Este enorme distribuidor empezó haciendo la mayor parte de transacciones en línea mediante avanzadas herramientas de comercio electrónico. Por ejemplo, por medio de un administrador de contenidos presentado a sus usuarios como un "ayudante personal de conocimientos" permitía a los clientes del sitio especificar las categorías de productos de su interés y recibir información específica y novedades exclusivamente de esos productos. Así es que los usuarios del sitio podían consultar más de cien mil páginas de especificaciones, precios actualizados e información de inventario de 150 proveedores importantes, además de información de 170 mil componentes industriales. El sitio se vinculaba con *United Parcel Service* (UPS) donde los clientes averiguaban inmediatamente tarifas de envíos así como la situación de los despachos ya solicitados.

Además, los usuarios del sitio podían acceder a un "centro de diseño electrónico" gratuito para probar y ejecutar sus diseños por internet. Por ejemplo, un ingeniero podía usar esta función del sitio de Marshall Industries para probar cómo funcionaría un procesador de señales digitales de Texas Instruments para el diseño de un nuevo equipo multimedia que estaba desarrollando, o para simular cómo funcionaría ese componente reemplazando a otro de un producto ya elaborado.

Otras de las funciones del sitio era la de la capacitación posterior a la venta de productos para que los compradores no tengan que asistir a clases de capacitación de los distintos fabricantes en lugares distantes.

A pesar del éxito de su sitio de comercio electrónico, Marshall Industries decidió retirarse de la intermediación y dedicarse exclusivamente a intermediar entre compradores y vendedores de forma tal que los compradores realicen las operaciones directamente con los fabricantes de los componentes. Con esto, se liberó de mantener stock de componentes inmovilizando buena parte de su capital y pasó a obtener sus ingresos de las suscripciones de los abonados a su sitio y de las publicidades que hacen los fabricantes, los cuales se vieron beneficiados por venderle directamente a los consumidores de

[88] Extractado de J. O´Brien y G. Marakas, *Sistemas de Información Gerencial*, Mc Graw Hill, 2006.

sus productos y éstos a obtener mejores precios al evitarse un eslabón en la cadena de intermediación.

6.2.4 Mercado en línea

Los mercados en línea proporcionan un entorno digital en el que se pueden reunir compradores y vendedores, con el propósito de buscar, mostrar y establecer precios de productos. En Argentina es la forma más popular de comercio electrónico en donde el sitio facilita a sus usuarios la posibilidad de ofrecer sus bienes y que otros usuarios los adquieran, ya sea con sólo ofrecer la cantidad que se pide por el bien (compra inmediata) o por subasta (es decir, existe una determinada fecha de cierre del remate y hasta ese entonces los usuarios interesados en el producto ofertan, de manera que cuando se cumpla la fecha de cierre del remate el usuario que más dinero ofertó por el producto es, finalmente, el comprador del mismo).

El sitio cobra al vendedor una comisión por la venta efectuada; a su vez surgen otras posibilidades de negocios, como la financiera, por la cual el sitio además ofrece la posibilidad al comprador de financiar su compra, por lo que el sitio cobra la comisión por la venta del producto al vendedor, y los intereses por la compra al comprador. También está la posibilidad que quien financie la compra sea un tercero abonando algún tipo de comisión al sitio por cada operación.

6.2.5 Proveedor de contenido

En este modelo de negocio se generan ingresos proveyendo contenido digital como noticias, música, fotografías o videos en la Web. El cliente paga por acceder al contenido o los ingresos se pueden obtener vendiendo espacio de publicidad.

Podemos citar como ejemplos al caso de determinados periódicos a los cuales, para acceder a algún tipo de información, es necesario abonar una suscripción. También está el caso de publicaciones especializadas que ofrecen a sus suscriptores la posibilidad de obtener en forma digital por ejemplo leyes, jurisprudencia, información de mercados, documentación técnica y demás temas de interés.

También son ejemplos de este modelo de negocio el caso de sitios que proveen algunos contenidos en texto, audio o video a los usuarios que se suscriben por medio del pago de una cuota como el caso en que se ofrece música digital, o se venden imágenes en línea, o simplemente se ofrece la posibilidad de adquirir *ringtones* para celulares o juegos u otras aplicaciones, entre otros tipos de contenido digital.

6.2.6 Proveedor de servicios en línea

Provee servicios en línea a individuos o empresas generando ingresos por cuotas de suscripción, por cantidad de transacciones o modalidades similares. Se podría afirmar que este caso no se trata de un nuevo modelo de negocio, o por lo menos no uno diferente a alguno de los anteriormente enumerados, ya que en este caso lo nuevo es el bien o servicio a transar y no la modalidad de contratación. Sin embargo, mantenemos este concepto como un nuevo modelo de negocios, ya que ha abierto una vasta posibilidad de nuevas prestaciones, servicios y negocios, donde los clientes se encuentran desde individuos particulares a grandes corporaciones. Por un lado encontramos ejemplos como las empresas que lo que hacen es ofrecer la posibilidad de subir información o aplicaciones a sus servidores para así suministrar capacidad de procesamiento en línea o para mantener una copia de seguridad de la mismas.

Otros proveedores de servicios en línea son la oferta que realizan, a cambio del pago de un cargo mensual, los proveedores de servicio de aplicaciones (ASP, *Application Service Providers*) quienes posibilitan usar aplicaciones de gestión por medio de la Web. En esa modalidad surgida hacia el año 2000 bajo el concepto de "software como servicio" (SaaS, *Software as a Service*), el uso de software se contrata bajo los requerimientos de la demanda estando disponible en cualquier lugar, momento y en múltiples dispositivos. Esta modalidad complementada con la "infraestructura y plataforma como servicio", es decir, la posibilidad de disponer de procesamiento de datos, almacenamiento, memoria, sistemas operativos, bases de datos y herramientas de desarrollo de sistemas en forma flexible, escalable y bajo demanda por medio de internet, ya sea en uno o múltiples computadores, es lo que ha dado en llamarse *cloud computing* o "computación en la nube", para hacer referencia a la modalidad de prestación de servicios y capacidades informáticas escalables a múltiples empresas por medio de internet.

También son proveedores en línea las empresas dedicadas a la impresión de imágenes digitales.

Otra tendencia tiene que ver con la subcontratación de servicios en línea. Un ejemplo es una página que agrupa a especialistas en desarrollo de software. En la misma entran las empresas que buscan un desarrollo a medida, publican las especificaciones del software que necesitan y cuánto están dispuestos a pagar, y reciben ofertas de los potenciales programadores de las mismas.

6.2.7 Comunidad virtual

Proporciona un lugar de reunión en línea en el que se pueden comunicar personas de intereses similares y encontrar información útil o formas de comunicarse. Uno de los precursores de esta modalidad ha sido *www.geocities.com* que ofrece la posibilidad a sus usuarios de crear una página Web sin costo alguno. El beneficio para geocities llegaba del lado de la publicidad por los *banners* que colocaba en estas páginas. En la actualidad, el éxito comercial de esta modalidad se extiende a una innumerable cantidad de servicios prestados a través de internet como *blogs*, espacios para alojar fotografías, videos, música, o cualquier otro archivo así como a las redes sociales, etcétera, siempre a cambio del consumo de mensajes publicitarios.

6.2.8 Portal

Proporciona un punto inicial de entrada a la Web con contenido especializado y provisión de servicios adicionales. En la actualidad el caso más exitoso es el de *www.google.com*, cuyo negocio se inició a partir del desarrollo de un motor de búsquedas de páginas Web que en definitiva se financia mostrando enlaces patrocinados junto a la búsqueda efectuada por los usuarios. Es decir, al realizar una consulta mediante Google sobre el margen derecho se desplegará la publicidad de empresas vinculadas a nuestra búsqueda que han abonado un canon por estar en ese lugar. La venta de estos enlaces por parte de Google entra dentro de lo que ellos denominan programa Adwords y que en 2004 les representó ingresos por casi 1.600 millones de dólares.

BIBLIOGRAFÍA

Chinkes, Ernesto, *Business Intelligence para mejores decisiones de negocio*, Edicon, 2009.

Davenport, Tomas H., *Misión crítica*, Oxford University Press, 2000.

Emery, James C., *Sistemas de Información para la Dirección*. Díaz de Santos, Madrid, 1990.

Esteves, José; Pastor, Joan, *Towards the unification of critical success factors for ERP implementations*. Universidad Politécnica de Catalunya, Presentado en 10th Annual BIT Conference, Manchester, UK, 2000.

Gómez Vieites, Álvaro; Suárez Rey, Carlos, *Sistemas de información: Herramientas prácticas para la gestión empresarial*, Alfaomega, Madrid, 2004.

Hammer, Michael; Champy, James, *Reingeniería*, Grupo Editorial Norma, 1993.

Inmon, Willam, *Building the Data Warehouse*, Wiley and Sons, 1992.

Kalakota, Ravi; Robinson, Marcia, *Del e-commerce al e-business*, Pearson Educación, 2001.

Kaplan, Robert; Norton, David, *La organización focalizada en la estrategia*, Gestión 2000, 2005.

Kaplan, Robert; Norton, David, *The Balanced ScoreCard: Translating Strategy into Action*, Harvard Business School Press, Boston, 1996.

Laudon, Kenneth C.; Laudon, Jane P., *Sistemas de Información Gerencial*, Pearson, 2008.

Manganelli, Raymond L.; Klein, Mark M., *Cómo hacer reingeniería*, Grupo editorial Norma, 1994.

Martini, Fernando J., *Gestión de sistemas ERP: la ciencia de la administración aplicada a resolver la crisis*, El Autor, Buenos Aires, 2004.

O'Brien, James; Marakas, George, *Sistemas de Información Gerencial*, Mc Graw Hill, 2006.

Oz, Effy, *Administración de los Sistemas de Información*, Editorial Thomson, 2008.

PIORUN, DANIEL; Díaz, Gustavo; Saroka, Raúl, *Gestión de Proyectos Tecnológicos en las Organizaciones. Gestión del Conocimiento*, Escuela de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Económicas, UBA, noviembre, 2008.

SAROKA, RAÚL, *Sistemas de información en la era digital*, Fundación OSDE, 2002.

SENGE, PETER, *La quinta disciplina*, Granica, 1992.

Revistas

ROCKART, JOHN, "Chief Executives define their own data needs" en *Harvard Business Review*, marzo-abril, 1979.

CAPÍTULO 7
HARDWARE

CAPÍTULO 8
SOFTWARE

CAPÍTULO 9
COMUNICACIONES Y REDES

CAPÍTULO 10
RECURSOS DE DATOS

ALCANCE

Hoy en día sería impensable que una organización, incluso pequeña, no utilice computadoras para la gestión de sus negocios. De maneras más simples o más sofisticadas, como hemos visto en la Parte II, resultan indispensables para el adecuado procesamiento de datos de sus sistemas de información.

En esta Parte III veremos los componentes físicos de las computadoras (Capítulo *7*, Hardware), sus componentes lógicos (Capítulo 8, Software), la forma en que se comunican entre ellas formando redes (Capítulo 9, Comunicaciones y Redes) y, finalmente, cómo se gestionan los recursos de datos (Capítulo 10, Recursos de Datos), particularmente esenciales en el ámbito de los negocios.

No es el objetivo ni está al alcance de este libro analizar la evolución y detalle del hardware o software de una computadora, o las características técnicas de las comunicaciones, redes o bases de datos. Sin embargo, en algún caso se realizará un breve análisis histórico o algunas consideraciones detalladas de algún tema, con la finalidad de comprenderlo más acabadamente.

PARTE III
TECNOLOGÍAS

CAPÍTULO 7

HARDWARE

Como ya hemos señalado, resulta impensable que una organización, aún pequeña, no utilice computadoras para la gestión de sus negocios. Pero las computadoras rodean la vida cotidiana de las personas, no sólo en su trabajo, sino también en múltiples actividades de la vida personal.

Para comprender el alcance y magnitud del impacto de la tecnología de la información en la vida de las organizaciones, de las personas y de toda la sociedad, vamos a comenzar, en este capítulo, a analizar los componentes físicos o hardware de las computadoras.

7.1 CONCEPTOS

Una gran variedad de dispositivos pueden denominarse correctamente computadoras. La utilización de microprocesadores en diferentes tipos de aparatos electrónicos, amplía el concepto tradicional de computadora.

Si consideramos que casi todos los aparatos que utilizamos tienen incorporados microprocesadores y resultan ser finalmente una computadora de propósito específico, se hace difícil abarcar y explicar características tecnológicas de todos; es por ello que vamos a circunscribirnos en el análisis de la arquitectura y organización de computadoras de propósito general que se utilizan en el ámbito de los negocios.

El vertiginoso ritmo de crecimiento en los aspectos tecnológicos de los componentes electrónicos hace a su vez complejo hacer clasificaciones sin tener en cuenta el factor tiempo. Lo que era una super computadora en la década de los setenta y que ocupaba inmensos espacios acondicionados, hoy resulta risueño si la comparamos con las capacidades del celular que llevamos en el bolsillo.

7.2 COMPUTADORAS: CONCEPTO Y ESTRUCTURA

Una computadora, también denominada ordenador o computador, es una máquina electrónica que recibe y procesa datos para convertirlos en información útil; es una colección de circuitos integrados y otros componentes relacionados (hardware) que puede ejecutar con exactitud, rapidez y de acuerdo a lo indicado por un usuario o automáticamente por un programa almacenado (*software*), una gran variedad de instrucciones que son ordenadas, organizadas y sistematizadas en función a una amplia gama de aplicaciones prácticas.

Una computadora, como se observa en la **Figura 7.1**, está compuesta por sus componentes físicos, denominados hardware y sus componentes lógicos, denominados software (programas). Si bien lo que vemos funcionando es el hardware, sin el software, los componentes físicos se convierten en un costoso pisapapeles, como decía un prestigioso profesor de la Universidad de Buenos Aires.

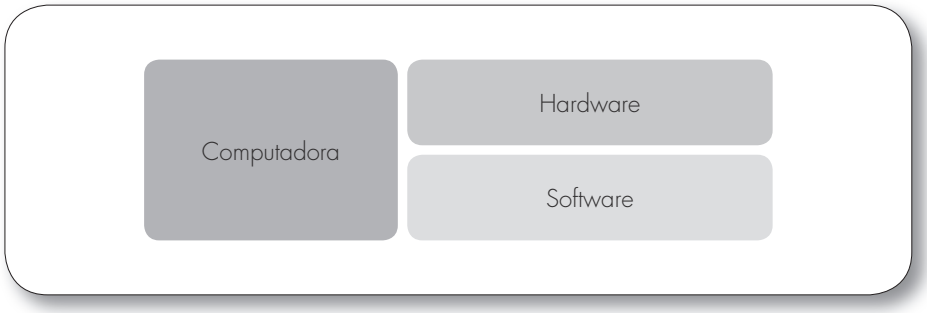


Figura 7.1
Computadora

Desde los comienzos, siempre es el software el que permite que una organización lleve adecuadamente o no sus procesos de negocios y, por lo tanto, la llave para una exitosa utilización de la tecnología de la información; la estandarización del hardware no ha hecho más que ampliar las posibilidades de selección o desarrollo del software y simplificar y reducir las inversiones en hardware.

El software necesario contemplará, como veremos en el Capítulo 8, el software de aplicación, destinado a cubrir aplicaciones generales para cualquier usuario o específicas de la organización y que hacen al giro de sus negocios o actividades; y el software de sistema o de base, que se utiliza para la administración o gestión de los recursos físicos del hardware de las computadoras (sistema operativo), o para tareas generales necesarias para el uso de dichos recursos (utilitarios y herramientas de desarrollo).

El esquema básico del procesamiento de datos se presenta en la **Figura 7.2**.

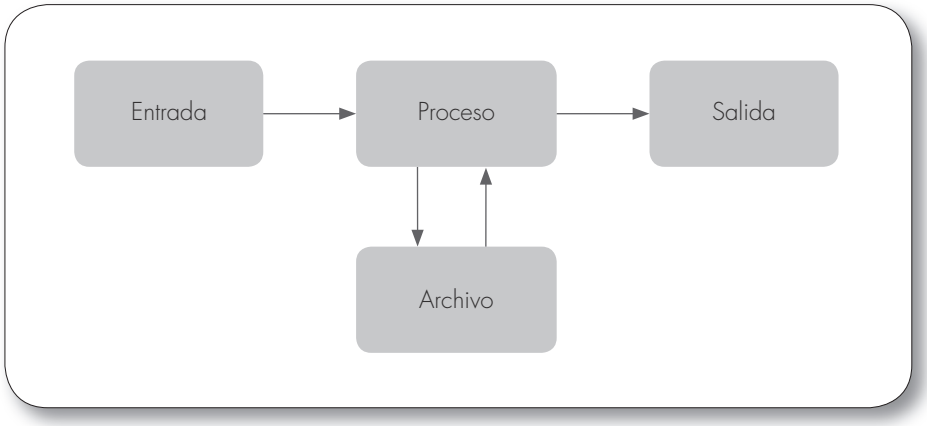
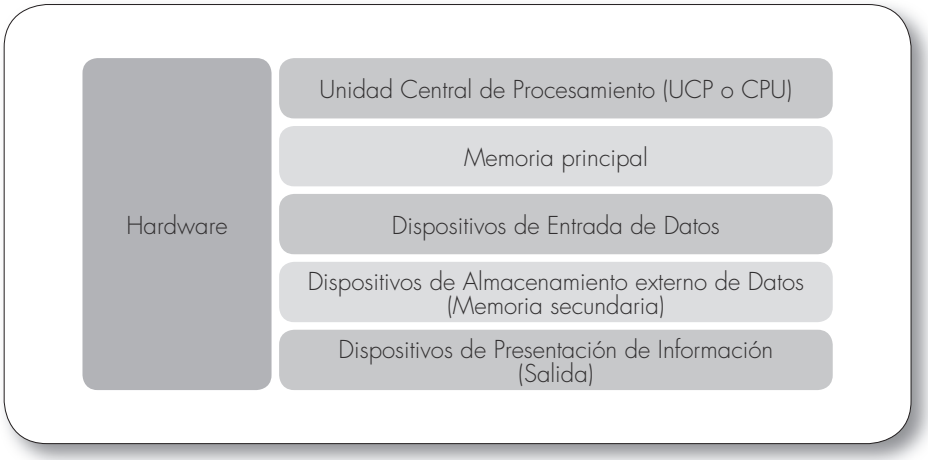


Figura 7.2
Esquema básico de procesamiento

Básicamente, todas las computadoras tienen los siguientes tipos de componentes, como se ilustra en la **Figura 7.3**.

Figura 7.3
Componentes de una computadora



Estos tipos de componentes se comunican mediante canales (conexiones o buses internos, y por cables internos y externos). Desde el punto de vista físico, no es fácil distinguir conceptualmente los distintos tipos, ya que muchos de ellos se encuentran agrupados por cuestiones de practicidad. Por ejemplo, es común que los jóvenes llamen CPU al gabinete de la PC donde se encuentra la CPU propiamente dicha, la memoria principal, el disco magnético, la unidad de DVD y otros componentes. En la actualidad se ofrecen computadoras que están integradas en el monitor o pantalla de la computadora (*All-in-one*); en el caso de las *notebooks*, *netbooks* o *tablet PC*, toda la computadora se encuentra en una única unidad física.

Vamos a describir muy sintéticamente cada tipo de componente y ampliaremos hacia el final del capítulo. Todo lo relacionado con redes y comunicaciones lo veremos en el capítulo respectivo.

7.2.1 Unidad central de procesamiento (UCP o CPU)

También denominada procesador, microprocesador o núcleo, es el componente que permite la ejecución de las instrucciones del software y que consecuentemente realizan el procesamiento. Se encarga de obtener la instrucción a ejecutar de la memoria principal, decodificarla, ejecutarla, almacenar los eventuales resultados en la memoria principal y determinar la próxima instrucción a ejecutar. Es un chip (oblea de silicio) que se conecta habitualmente en las plaquetas denominadas placa madre o *motherboard*. Una computadora puede tener uno o más procesadores. Las PC corrientes que se venden actualmente vienen con dos a seis procesadores. Uno de los mayores fabricantes de procesadores anunció un chip experimental con 48 procesadores, que permitiría, por su potencia de procesamiento, procesar tareas que hoy son imposibles. También se puede integrar en el chip, un procesador gráfico específico, a fin de mejorar el rendimiento en el manejo de imágenes de mayor resolución.

7.2.2 Memoria principal

Está muy relacionada con el procesador y tiene como función almacenar datos e instrucciones que se están ejecutando. Cualquier dato o instrucción que deba utilizar un procesador debe ser tomado de la memoria principal y cualquier dato resultado como consecuencia de la ejecución de una instrucción debe, necesariamente, ser almacenado en esta memoria. Todos los datos que se obtienen de las unidades de entrada o de

archivo (memoria secundaria) ingresan a la memoria principal, y los datos que deben ser enviados a las unidades de archivo o de salida, deben estar almacenados en la memoria principal. La cantidad de memoria y su velocidad son elementos que inciden en la *performance* de una computadora. De todos modos, cada computadora (de acuerdo a su procesador) tiene especificaciones máximas en cuanto a la cantidad y la velocidad de las memorias que puede manejar. En las PC también se encuentra conectada la placa madre, la cual habitualmente tiene un par de ranuras o *slots* para conectar estas pequeñas plaquetas de memoria. Como vamos a ver, salvo las memorias tipo ROM, la memoria principal se borra completamente al apagar la computadora.

7.2.3 Dispositivos de entrada de datos

Los dispositivos de entrada son los que permiten ingresar datos nuevos para el procesamiento, para diferenciar de los datos almacenados que se obtienen de las unidades de almacenamiento externo o de archivo. Los más conocidos son el teclado y el *mouse*, aunque hay una gran variedad de acuerdo a las necesidades y características de los datos a ingresar.

7.2.4 Dispositivos de almacenamiento externo de datos (memoria secundaria)

Muchos datos e información elaborada debe ser almacenada para un uso posterior. Simplemente imaginemos que no es concebible que tengamos que ingresar cada vez todos los datos de un cliente, proveedor, artículo o empleado cada vez que debamos realizar una operación. Como la cantidad de datos a ser almacenados para un uso posterior es realmente inmensa, y no se necesita tener en memoria principal, salvo cuando se esté utilizando para su procesamiento, hay unidades de almacenamiento externo de datos que permiten hacerlo masivamente y a costos mucho más económicos que en una memoria de las características tecnológicas de la memoria principal. Ejemplos de este tipo de medios de almacenamiento son los discos magnéticos, discos ópticos (CD, DVD), cintas magnéticas, etcétera. En la última década, la disminución de costos de la memoria principal ha sido tan impresionante que permitió la aparición de los denominados *pendrive* y, recientemente, los discos de estado sólido (SSD) que funcionan como discos pero son memorias como la principal, aunque, por supuesto, de gran capacidad de almacenamiento.

7.2.5 Dispositivos de presentación de información (salida)

El fin del procesamiento de una computadora es básicamente obtener resultados. Y esos resultados deben ponerse en conocimiento de los usuarios. Los dispositivos más conocidos son el monitor o pantalla y la impresora, aunque también hay otros dispositivos para otras necesidades.

7.2.6 Canales de entrada/salida

Inicialmente, la unidad central de procesamiento controlaba las unidades de entrada/salida o unidades periféricas. Sin embargo, existe una gran variedad de periféricos que funcionan de maneras muy diferentes, sus velocidades son habitualmente menores a las de la memoria y del procesador, y frecuentemente las unidades de entrada/salida utilizan datos con formatos y longitudes muy distintas.

El concepto y funcionamiento de los canales tiene como objetivo que la UCP "vea" un conjunto heterogéneo de unidades periféricas de manera simplificada. El canal se ocupa de los detalles de formatos, temporización y características propias de las unidades de entrada/salida, haciéndolos transparentes para el procesador. Habitualmente se denominan controladores de entrada/salida a los módulos de entrada/salida más simples, y canales o procesadores de entrada/salida a los más complejos, aunque a los efectos de este libro, utilizaremos los nombres en forma indistinta.

En consecuencia, todas las unidades periféricas de entrada, archivo y salida, se empezaron a vincular al procesador a través de canales (o controladores) de entrada/salida de distinto tipo. Un canal no es simplemente un cable o conexión que une la unidad de entrada/salida con la unidad central de procesamiento (con el bus interno), sino que está constituido, además, por una memoria independiente y por un procesador de entrada/salida que puede trabajar simultáneamente con el procesador de la unidad central de procesamiento (dejando libre al procesador principal mientras se ejecuta la operación de entrada/salida). Por lo general, las unidades de entrada/salida manejan velocidades mucho más lentas que el procesador y memoria principal; por este motivo y porque las unidades físicas de transferencia de los periféricos tampoco coinciden con las del bus interno, los canales tienen un *buffer* (memoria) que sirve de almacenamiento temporal de los datos leídos o a ser grabados. La conexión de la UCP con los canales o módulos de entrada/salida se realiza a través de señales de control, estado y datos.

A su vez, un canal puede realizar de a una operación por vez o más de una y puede tener conectadas varias unidades periféricas. Algunos de ellos exigen que sean del mismo tipo y otros admiten unidades de distinto tipo. Existen básicamente dos tipos de canales de entrada/salida: los canales selectores que controlan varios dispositivos de elevada velocidad (por ejemplo, discos) y realiza de a una operación por vez en una de esas unidades, y los canales multiplexores que pueden manejar varias unidades lentas de entrada/salida de distinto tipo al mismo tiempo. Ambos tipos de canales pueden controlar varios controladores de entrada/salida.

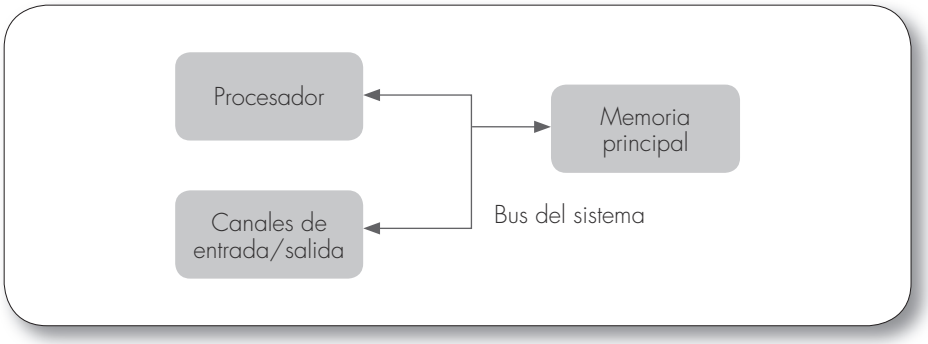
Por ejemplo, tenemos un controlador para el monitor, otro paralelo para impresoras, otro para discos y unidades de CD o DVD, o para los puertos USB, a los cuales se pueden conectar impresoras, *pendrives*, cámaras fotográficas digitales, discos externos, teclados, *mouse* y toda clase de dispositivos de características muy diferentes. En el caso del monitor, es lo que comúnmente llamamos tarjeta de video, que puede estar integrada en la placa madre de la PC o ser una plaqueta que se coloca en una de las ranuras o *slots* libres. Las tarjetas de video especiales para videojuegos son de un tamaño considerable y cuentan con una importante memoria propia y un rápido procesador para manejar las imágenes de una manera ágil y con alta definición; incluso, por las características del procesador, agregan un ventilador (*cooler*) para disipar el calor del mismo.

Muchos de los controladores también se encuentran integrados en la placa madre o bien se conectan a ella a través de los *slots* o ranuras. Por ejemplo, es habitual que una placa madre tenga integrada la placa de red (para conectarse a otras computadoras locales o remotas), la placa de video (monitor o pantalla), la placa de impresora, del *mouse* y del teclado, los controladores de disco, etcétera.

7.2.7 Bus del sistema

El esquema básico de conexión de los componentes se puede ver en la **Figura 7.4**.

Figura 7.4
Esquema básico de conexión



El bus del sistema interconecta estos tres grandes tipos de componentes, permitiendo la transferencia de datos (o instrucciones) en ambos sentidos entre memoria principal y procesador, canales de entrada/salida y procesador, y también canales de entrada/salida y memoria principal (DMA). Los dispositivos de entrada/salida se conectan a los canales mediante cables internos o externos; por ejemplo, sabemos que un monitor se conecta con un cable a una ficha que se encuentra en el gabinete de la PC (más allá del cable de alimentación que requieren buena parte de los dispositivos que se encuentran dentro del gabinete y fuera de él), o que un disco magnético interno, además del cable de alimentación que sale de la fuente, se conecta con un cable especial (de datos) a una ranura especial de la placa madre (IDE o SATA).

Físicamente, el bus del sistema está constituido por una gran cantidad de líneas (hay tres tipos: líneas de datos, líneas de dirección y líneas de control) que se implementan como un conjunto de conductores eléctricos paralelos y que pueden visualizarse como líneas de metal grabadas en la placa madre. Estas líneas se extienden a través de la placa, conectando todos los componentes de ésta.

7.3 GENERACIONES DE COMPUTADORAS

De acuerdo a la tecnología utilizada, la historia de las computadoras se puede dividir en diferentes generaciones o períodos (ver **Tabla 7.1**).

La primera generación comenzó con la primera computadora de propósito general, denominada ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*), en 1946. Era una máquina enorme (pesaba 30 toneladas y contenía más de 18 mil tubos de vacío) y capaz de realizar cinco mil sumas por segundo. Von Neumann y Turing introdujeron luego el concepto de programa almacenado, implementado en 1952 en una nueva computadora denominada IAS. La estructura general de esta computadora, desde el punto de vista conceptual, se mantiene hasta el presente. Sin embargo, la tecnología se basaba en tubos o válvulas de vacío (algo similares a una lamparita de luz incandescente) que ocupaban mucho espacio y disipaban mucho calor. IBM, Sperry y UNIVAC fueron las primeras computadoras comerciales de aquella época.

La segunda generación se inició al sustituir los tubos de vacío por los transistores, inventados en 1947 por Laboratorios Bell. NCR, IBM y Digital comercializaron computadoras basadas en transistores hacia fines de la década del cincuenta. Estas nuevas computadoras ocupaban menos espacio, disipaban menos calor, tenían mayor capacidad de memoria, una mayor velocidad (hasta 200 mil operaciones por segundo) y eran más confiables. Utilizaban lenguajes de programación simbólicos (la primera generación, sólo lenguaje de máquina) y apareció el software de sistema.

La irrupción de la microelectrónica en 1958 con los circuitos integrados, posibilitó la tercera generación a partir de su implementación a mediados de la década de los sesenta. IBM, Burroughs, Digital y NCR entre otras compañías, lideraron en esta etapa. Anteriormente, los transistores, resistencias y demás componentes se fabricaban separadamente y debían ser ensamblados en las tarjetas de circuitos. Los circuitos integrados permitieron que transistores, resistencias y conductores se integraran formando circuitos en un solo chip de silicio (de unos pocos milímetros cuadrados) y cientos o miles de chips en una sola oblea. Inicialmente, los primeros circuitos integrados tenían una pequeña escala de integración. Todavía estas computadoras requerían grandes espacios refrigerados y eran accesibles sólo para organismos públicos y grandes empresas, aunque resultaban más pequeñas, disipaban menos calor y eran más potentes (1.000.000 de operaciones por segundo) y confiables. El ícono de esta generación fue la IBM/360, de gran éxito comercial y cuya arquitectura, con mejoras, subsiste hasta el presente en las grandes computadoras de la empresa. Otro éxito de la época fue el Digital PDP-8, un pe-

queño minicomputador, menos potente pero mucho más barato que los demás equipos de este período, comenzando con el camino para que muchas más empresas accedieran a las computadoras.

A partir de la cuarta generación se desdibuja el consenso entre diferentes autores, ya que los cambios de tecnología se basaron más en una creciente integración que en un cambio de fondo como ocurrió en las generaciones anteriores. La cuarta (década de los setenta), quinta (década de los ochenta) y eventualmente la actual sexta generación, se diferencian por la mayor integración en los circuitos integrados; una gran integración (LSI) con más de 1.000 componentes por chip y 10.000.000 de operaciones por segundo, una muy alta integración (VLSI) con más de 10.000 componentes por chip y 100.000.000 de operaciones por segundo y una ultra alta integración (ULSI) con más de 100.000 componentes por chip y 1.000.000.000 de operaciones por segundo. La disminución de los tamaños, de los costos y de la disipación de calor posibilitó que, gradualmente, las computadoras comenzaran a ser accesibles por parte de pequeñas empresas y, a partir de la década de los noventa, también para los hogares.

En el tiempo que nos ha demandado la escritura y edición de este libro, seguramente se ha duplicado la capacidad de integración. El ritmo de crecimiento en la integración no se detiene y seguramente nos sorprenderá permanentemente, y aunque puedan cambiar los materiales de producción, cabe preguntarse si el exponencial crecimiento de la integración justifica diferenciar nuevas generaciones.

Tabla 7.1 | Generaciones de computadoras

Generación	Tecnología utilizada	Características
1	Tubos de vacío	Muy grandes, lentas y poco confiables
2	Transistores	Más pequeñas, menos calor, más potentes y más confiables
3	Circuitos integrados (Pequeña integración)	Más pequeñas, menos calor, más potentes y más confiables
4	Circuitos integrados LSI (Gran integración)	Más pequeñas, menos calor, más potentes y más baratas
5	Circuitos integrados VLSI (Muy Alta integración)	Más pequeñas, más potentes y más baratas
6	Circuitos integrados ULSI (Ultra Alta integración)	Más pequeñas, más potentes y más baratas

7.4 CATEGORÍAS DE COMPUTADORAS

Desde el punto de vista funcional, existen distintas clases o categorías de computadoras. Desde las supercomputadoras hasta las *tablet PC* o los más avanzados teléfonos celulares, hay una gran variedad de configuraciones, tanto en los procesadores como en las capacidades de memoria. La constante evolución de la tecnología hace difícil caracterizar en números cada una de estas categorías, por lo que los límites concretos son mucho más difusos que los conceptos. Sin embargo, podemos mencionar las supercomputadoras, los denominados *mainframes*, las minicomputadoras o computadoras medianas y las microcomputadoras o PC.

Las supercomputadoras son equipos sumamente poderosos para la época (hubo supercomputadoras del pasado que hoy en día no superarían a un servidor PC), de gran

tamaño y costo, con múltiples procesadores (varios miles) y gigantescas memorias (*terabytes*). Dada su potencia de cálculo y su costo, su uso está reservado a institutos de investigación muy grandes, corporaciones de investigación y desarrollo, universidades, u organismos como la NASA. Realizan varios billones de operaciones por segundo. También fue muy publicitada su utilización para jugar al ajedrez con un ex campeón mundial. IBM (con su Blue Gene) y Cray son las empresas más conocidas en este segmento. Dado su costo, es posible contratar el uso por un determinado tiempo.

Los *mainframes* son menos potentes y mucho menos costosos, pero resultan muy poderosos servidores para grandes empresas. Tienen varios procesadores y grandes memorias.

Las computadoras medianas son, a su vez, menos potentes y más baratas que un mainframe. También tienen varios procesadores y buenas memorias, y se utilizan generalmente como servidores al cual se conectan redes de PC.

Poco antes de las PC, comenzaron a aparecer muy pequeñas computadoras, que se denominaron microcomputadoras. Si bien las primeras estaban orientadas más para juegos que para los negocios, la aparición de las PC dio un impulso muy importante para que estas microcomputadoras no pararan de crecer tecnológicamente en toda su configuración de hardware y también en el software. En la actualidad, ya disponemos de computadoras de esta categoría con más de un procesador, con memorias de varios *gigabytes* y algunas de configuración especial, que se utilizan como servidores; tienen una potencia de procesamiento comparables con equipos de clases superiores. Dentro de esta categoría, se incluyen las clásicas PC de escritorio, las *All-in-one* (monitores con la computadora incorporada), las *notebooks*, *netbooks*, *tablet PC* y teléfonos celulares superiores. La evolución tecnológica está llevando a que se integren funciones en un dispositivo móvil muy pequeño, y un reducido aparato permite comunicación telefónica celular junto con funciones: GPS, edición de documentos de procesadores de texto o planillas electrónicas, cámara de fotos y videos, TV, reproductor de música y quién sabe las que se irán agregando en el futuro.

7.5 ARQUITECTURA Y ORGANIZACIÓN

Cuando hacemos referencia a la computadora desde el punto de vista tecnológico, debemos diferenciar la arquitectura de la organización. La arquitectura considera los elementos más visibles para la ejecución de los programas y la organización a las unidades funcionales y sus interconexiones. Por ejemplo, el conjunto de instrucciones, la representación de datos, las técnicas para el direccionamiento de memoria, hacen los aspectos arquitectónicos, mientras que las interfases entre el procesador y los periféricos o la tecnología de memoria utilizadas, los aspectos de organización. Si tendrá la instrucción de multiplicar es una cuestión arquitectónica, pero si será realizada por una unidad especializada en multiplicar o bien se realizará por sumas sucesivas, será de organización. De esta manera, un proveedor puede ofrecer familias de computadoras o nuevos modelos con la misma o compatible arquitectura, pero con diferentes organizaciones que permitan diferencias de prestaciones, rendimiento y precio, pero que posibilitan utilizar el mismo software, protegiendo la inversión del cliente. La arquitectura puede conservarse, pero la organización puede ir evolucionando con la tecnología.

Todo el funcionamiento de una computadora se basa en el sistema numérico binario (base 2). Cualquier tipo de memoria (registros, memoria principal y secundaria) sólo permite almacenar dígitos binarios. Sin embargo, gran parte de los datos que procesamos y almacenamos no son numéricos, sino que son letras o símbolos especiales o una combinación de letras, números y símbolos especiales, como puede ser la dirección de

un cliente. Para ello existen los denominados métodos de representación de datos. Pero primeramente veamos como es el sistema binario y como se almacena.

Como todo sistema numérico, el sistema binario tiene como dígitos posibles los valores entre 0 y la base menos 1; como la base es 2, los dígitos posibles son entonces 0 y 1. También como todo sistema numérico, cada posición dentro de un número de varios dígitos representa, empezando por la derecha, las potencias sucesivas de la base del sistema numérico de 0 en adelante. En el sistema binario, el valor posicional del último dígito de la derecha representa 2 elevado a 0, el siguiente hacia la izquierda, 2 elevado a 1, el siguiente 2 elevado al cuadrado (2), el siguiente 2 elevado al cubo (3), y así sucesivamente. Es decir, que los valores posicionales son desde la derecha 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, etcétera. Sin embargo, todos los dígitos del número serán ceros y unos. Por ejemplo: 1011 como número binario, es el equivalente al número decimal 11 (se suman los valores posicionales de los dígitos 1, es decir, 8 + 2 + 1).

Más allá de estos detalles, en los distintos tipos de memorias se almacenan dígitos binarios (0 o 1) y que se denomina *bit* (de *binary digit*) y que es la menor unidad posible de dato. Pero como para el ser humano la unidad mínima de dato sería una letra por ejemplo, se hace necesario agrupar varios bits para hacer combinaciones que nos permitan representar todos los números decimales, las letras mayúsculas, minúsculas y símbolos especiales como la coma, el punto, el signo $, @, etcétera. Este agrupamiento de 8 bits se denomina byte y es la menor unidad lógica de datos. Con 8 bits y de acuerdo a lo explicado en el párrafo anterior, podemos tener los valores 0 a 255 (expresados en decimal), es decir, 256 combinaciones de ceros y unos distintas. Para poder representar todas las letras, números y caracteres especiales, existen dos grandes métodos de representación, EBCDIC y ASCII, el primero más usado en equipos grandes y el segundo de utilización en las PCs. Estos métodos de representación de datos, simplemente, establecen una correlación entre una combinación de ceros y unos con una letra, número decimal o símbolo especial. Esas combinaciones de ceros y unos se pueden traducir a un número decimal de 0 a 255. Para verlo con un ejemplo, si en una PC cuando debemos escribir una A, en lugar de presionar la tecla correspondiente, utilizamos las teclas ALT y manteniéndola apretada digitamos 065, vamos a ver que aparece la letra A (y ALT-048 para el 0, ALT-064 para @, etcétera). Cuando digitamos una tecla en el teclado, lo que ingresa a la computadora es este código binario que representa la letra, el número o símbolo especial digitado.

Otra unidad importante es la palabra. La palabra es, normalmente, el conjunto de bits que pueden ser enviados por el bus del sistema (por ejemplo, de la memoria principal al procesador) todos juntos. Sería como el ancho de un pasillo. Si es necesario traer datos de mayor tamaño que una palabra, debe hacerse en varias veces. Obviamente, cuando la palabra es más grande, se requieren menos operaciones de lectura de memoria para traer los mismos datos y, por lo tanto, más rápida será la ejecución de las instrucciones a igualdad del resto de las condiciones. Los primeros procesadores de PC, Intel 8086 (década del ochenta) tenían una palabra de 8 bits y, a medida que fue pasando el tiempo, aparecieron procesadores de dicha familia o compatibles, con palabras de 16 bits, luego de 32 bits, hasta los actuales de 64 bits.

Por la gran cantidad de datos que deben ser almacenados tanto en memoria principal como en los medios de almacenamiento secundario (archivos), no podemos usar el byte como unidad de medida. A medida que la tecnología fue evolucionando, aparecieron unidades como K (1024), M (*Mega* = 1024 K), G (*Giga* = 1024 M) y T (*Tera* = 1024 G). Por simplificación, se considera que cuando hablamos de 5 KB nos referimos a 5000 Bytes, 2 MB representan aproximadamente 2.000.000 de Bytes y 4 GB representan aproximadamente 4.000.000.000 de Bytes. Cuando se indica 10 Kb (con b en minúscula), habitualmente se refiere a K bits.

7.6 UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO

Como hemos dicho, el procesador es el componente que permite la ejecución de las instrucciones del software y que consecuentemente realizan el procesamiento.

Si bien es un componente muy pequeño, internamente tiene varios elementos. Simplificadamente, podemos mencionar:

- Unidad de comando o de control (UC)
- Unidad de aritmética y lógica (UAL)
- El registro de instrucción (RI)
- El registro contador de programa o secuenciador (CP)

Para comprender el funcionamiento de estos elementos, vamos a describir lo que se denomina ciclo de instrucción o de máquina, es decir, todo lo que ocurre internamente para ejecutar una instrucción. Una instrucción ejecutable por el procesador (lenguaje de máquina) tiene un código de operación que indica la operación que se desea efectuar, y 1 o más operandos (direcciones de memoria) necesarios para poder realizarla.

Para comenzar, se debe traer de memoria al procesador la instrucción a ejecutar. Para ello, el registro contador de programa (los registros son pequeñísimas memorias y muy veloces) contiene la dirección de memoria donde se encuentra la instrucción a ejecutar. La instrucción es leída y almacenada en el registro de instrucción. Culminado el subciclo de captación, comienza el subciclo de ejecución.

Básicamente las instrucciones a ejecutar pueden ser de cuatro tipos:

- *Procesador-Memoria:* transfieren datos entre procesador y memoria, en alguno de los dos sentidos.
- *Procesador-Entrada/Salida:* transfieren datos entre procesador y alguna unidad de entrada, archivo o salida, en alguno de los dos sentidos.
- *Procesamiento:* operaciones aritméticas o lógicas que puede realizar directamente el procesador.
- *De control:* permiten alterar la ejecución secuencial de instrucciones y establecen una nueva dirección para la próxima instrucción a ejecutar (en el caso del resto de las instrucciones, la próxima instrucción a ejecutar es la que siga a continuación de la ejecutada).

Para nuestro ejemplo, utilizaremos una instrucción de suma de dos datos. La unidad de comando analiza la instrucción que se encuentra en el registro de instrucción (que tiene un código binario de operación que indica el tipo de instrucción, en este caso una suma), decodifica, es decir, interpreta y establece los pasos que deberá realizar para la ejecución de ese tipo de instrucción y luego realiza dichas acciones. Nuevamente en nuestro ejemplo, traerá de la memoria el primer operando indicado en la instrucción (las instrucciones tienen las direcciones de memoria y longitudes de los operandos), y lo enviará a la unidad de aritmética y lógica. Lo mismo realizará con el segundo sumando, obteniendo un resultado que será enviado a la memoria, a la dirección indicada por la instrucción. Como la suma no altera la secuencia de ejecución de instrucciones, incrementará el registro contador de programa, de tal manera de direccionar la ubicación de memoria de la próxima instrucción a ejecutar, en un nuevo ciclo de instrucción. Si, en cambio, la instrucción fuera una de control, la dirección contenida en la instrucción se almacenaría en el registro contador de programa, indicando la nueva dirección desde donde se deben continuar ejecutando las instrucciones del programa.

La unidad de aritmética y lógica realiza todas las operaciones aritméticas definidas para el procesador y las operaciones lógicas, que son las comparaciones entre dos datos estableciendo si uno es igual a otro, o es menor, mayor, etcétera (la instrucción plantea el tipo de comparación y la UAL determina si es verdadero o falso).

En consecuencia, podemos resumir que las funciones de un procesador son: buscar una instrucción, decodificarla, ejecutarla y guardar los resultados.

Para medir la velocidad de ejecución de un procesador, se utiliza el denominado *hertz* que representa 1 ciclo por segundo. En consecuencia, cuando hablamos de GHz (*gigahertz*) estamos diciendo que puede ejecutar miles de millones de ciclos de instrucción por segundo (la ejecución de una instrucción puede medirse en nanosegundos o picosegundos). Para sincronizar la ejecución y llevar el ritmo constante en la ejecución de los ciclos de instrucción, hay un circuito especial llamado reloj del sistema que actúa como una especie de marcapasos, llevando el ritmo en la ejecución de las instrucciones.

Otra medida utilizada para indicar la velocidad de procesamiento es MIPS, millones de instrucciones por segundo, aunque es una medida relativa, ya que no todas las instrucciones tardan lo mismo en su ejecución.

De esta manera, se van ejecutando las instrucciones de un programa, llevando adelante el procesamiento de datos. Sin embargo, en una computadora moderna hay diferentes razones por las cuales este procesamiento continuado se puede ver alterado. Mediante las denominadas "interrupciones" se puede detener la ejecución continuada de las instrucciones. Estas interrupciones indican que ha ocurrido un evento que debe ser analizado y procesado antes de continuar utilizando el procesador normalmente.

Las interrupciones se pueden originar en:

- *El propio programa:* para continuar el procesamiento puede necesitarse obtener datos de unidades de entrada o archivo, o emitirse resultados a unidades de archivo o salida (los tiempos de las unidades de entrada, archivo y salida son sensiblemente superiores a los de procesador) y hasta que dichas operaciones sean terminadas, el procesador quedaría ocioso; también el programa podría realizar operaciones erróneas como una división por cero, desbordamiento aritmético o usar direcciones de memoria fuera de su ámbito permitido.
- *Temporizador:* un reloj interno del procesador puede marcar que ha culminado un período de tiempo para que el sistema operativo pueda realizar determinadas tareas (lo veremos con más detalle en el Capítulo 8).
- *Entrada/Salida:* cuando una operación en unidades de entrada, archivo o salida culmina, el controlador correspondiente "avisa" que ha terminado mediante una interrupción.
- *Falla en el hardware:* cualquier falla que se produzca en los componentes del hardware, también es indicada mediante una interrupción.

Aunque el procesamiento de las interrupciones se comprenderá mejor cuando veamos las funciones de los sistemas operativos, podemos señalar que las interrupciones tienen como objetivo la eficiente utilización del procesador. De esta manera, el procesador puede ejecutar instrucciones del programa que esté en condiciones de usarlo y cuando ocurre cualquier evento que pueda modificar esta condición, se puede continuar ejecutando instrucciones del mismo o de otro programa.

7.7 MEMORIA PRINCIPAL

Las primeras computadoras tenían unas memorias de unos pocos *Kbytes*. Recién en la tercera generación, las computadoras contaban con memorias de algunos cientos de *Kbytes*.

En esa época, las memorias consistían en anillos o núcleos de ferrita que eran atravesados por dos finos cables, uno en sentido vertical y el otro en sentido horizontal. Un panel de dos *Kbytes* ocupaba un poco más que este libro. El anillo magnetizado en un sentido representaba el cero binario y magnetizado en sentido contrario, el uno

binario. Por sus características físicas, la lectura destruía su magnetización, por lo que obligaba a reescribirla luego de leerla. En los años setenta se aplicó la misma tecnología de semiconductores que se utilizaba para los procesadores y surgió una memoria que era mucho más pequeña, más rápida, no era destructiva y en pocos años, más barata que la memoria de anillos de ferrita. Con los años, de los originales 256 bits por chip, se pasó a varios *Gigabytes*, en un pequeñísimo tamaño que podemos apreciar cuando colocamos una tarjetita de memoria de varios *Gigabytes* en una cámara de fotos digital.

Hay distintos tipos de memorias en el interior de una computadora. Algunas son de pequeña capacidad, más costosas y muy rápidas, como los registros del procesador o la memoria caché. La memoria caché es una pequeña y rápida memoria que contiene las últimas palabras traída de la memoria principal; como es bastante usual que luego de utilizar algún dato o instrucción, usemos nuevamente datos de esas palabras o la instrucción siguiente, antes de acceder a la memoria principal, si el dato o instrucción ya se encuentra en la memoria caché, se lee de allí y la transferencia al procesador es más rápida, ya que la memoria caché es más veloz. De esta manera, esta memoria contribuye a la velocidad de procesamiento. Sin embargo, no siempre más memoria caché resulta en una mayor velocidad, ya que por cuestiones técnicas, una de mayor tamaño puede ser un poco más lenta, aún usando la misma tecnología. Por otro lado, según el uso que se le dé a la computadora, se aprovechará más o menos sus características. En la actualidad las memorias caché son multinivel, con hasta tres niveles (L1, L2 y L3) de tamaños crecientes, en el mismo chip del procesador (para no usar el bus). También existen cachés separadas para datos e instrucciones.

Las memorias pueden ser RAM (*Random Access Memory* o memoria de acceso aleatorio) o ROM (*Read Only Memory* o memoria de sólo lectura).

Todas las memorias son de acceso aleatorio, pero con la sigla RAM se hace referencia a las memorias que pueden ser grabadas, además de leídas. Como toda memoria, cada celda (bit) tiene tres terminales, una terminal de selección para seleccionar la celda a leer o grabar, una terminal de control para indicar si se trata de lectura o escritura y una tercera terminal que para la escritura indica si se debe colocar cero y uno binario y para la lectura representa el valor de la celda (0 o 1).

Las memorias RAM son volátiles, es decir, que se borran cuando se apaga la computadora. Las dos memorias RAM habituales de las computadoras son la DRAM (dinámica) y SRAM (estática). Sin entrar en detalles técnicos, las DRAM (SDRAM, DDR, etcétera) son más simples, más pequeñas, más lentas y más baratas que las SRAM; por ello, las SRAM se utilizan más para memorias caché y las DRAM son preferidas para las memorias grandes principales.

Las memorias ROM tienen como característica principal que no son volátiles, es decir, que no requieren de alimentación permanente para mantener los datos contenidos y, por lo tanto, no se borran al apagar la computadora. Existen distintos tipos de memorias ROM y que permiten su escritura, aún con posterioridad a la fabricación del chip. Las denominadas PROM (pueden grabarse sólo una vez) y las denominadas de sobretodo lectura (EPROM, EEPROM y memorias *flash* que pueden grabarse múltiples veces), se pueden borrar y reescribir eléctrica u ópticamente. Las memorias *flash* reciben este nombre debido al hecho que se puede borrar un bloque de bytes de un golpe o *flash*. Estas memorias se han popularizado aplicadas a memorias de celulares, cámaras de foto digital, *pendrives* y, más recientemente, con los discos de estado sólido (SSD).

Como hemos visto, cualquier dato o instrucción que deba utilizar un procesador debe ser tomado de la memoria principal y cualquier dato resultado como consecuencia de la ejecución de una instrucción debe necesariamente ser almacenado en esta memoria, lo que no significa que todo el programa deba estar en memoria mientras se está ejecutando, como veremos en el Capítulo 8.

7.8 DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE ENTRADA DE DATOS

Los dispositivos o unidades de entrada permiten la incorporación de datos nuevos que la computadora no puede conocer hasta el momento de su ingreso y que impulsan el procesamiento. Por ejemplo, artículos, sus cantidades y clientes a facturar deben ser ingresados para emitir una factura o cargar un pedido, aunque sus descripciones, precios, razón social, domicilio legal de entrega y datos fiscales, se recuperan de archivos ya que han sido anteriormente ingresados y almacenados en unidades de archivo.

El teclado es ampliamente utilizado y conocido. Por la disposición de las teclas, los teclados habituales se denominan QWERTY, ya que son las primeras teclas de izquierda a derecha de la fila superior de letras. Tanto en los teclados comunes, en los flexibles, como en los virtuales, al digitar una tecla se envía a la memoria un byte que identifica la tecla oprimida.

El *mouse* (ratón) es otra de las unidades de entrada ampliamente utilizadas. Tanto alámbricos como inalámbricos, a bolita, ópticos, *trackballs* o los especiales de las *notebooks,* que son una base sensible al movimiento además de sus dos botones, permiten enviar eventos como los *clicks* o *dobleclicks* de sus botones, el desplazamiento de su ruedita de desplazamiento o el propio desplazamiento del *mouse*. Los presentadores son unidades inalámbricas especiales similares a un *mouse*, pero orientados a facilitar la presentación de diapositivas como control remoto y también funcionan como *mouse*.

Indudablemente son las unidades de entrada más conocidas y utilizadas, sin embargo, hay una gran cantidad de unidades que tienen usos más acotados, aunque también se utilizan cotidianamente.

Los monitores *touch screen* tienen sensores alrededor de la pantalla que permiten enviar las coordenadas cuando tocamos alguna parte de la pantalla (por ejemplo, en los cajeros automáticos). Los micrófonos y videocámaras son usados para comunicarnos con voz y video con otras personas. Los micrófonos permiten también aplicaciones con reconocimiento de voz, como por ejemplo, escribir un documento en un procesador de textos simplemente utilizando el micrófono. También vemos esta aplicación en los teléfonos celulares; al decir una palabra previamente registrada, llama automáticamente a esa persona.

En temas de seguridad vemos la utilización de unidades lectoras de tarjetas con banda magnética, lectoras de huellas digitales, etcétera, que permiten identificar personas para abrir puertas, operar con los cajeros automáticos, realizar compras (POS), autorizar operaciones (como si se ingresara una contraseña o *password*), registrar el ingreso y egreso del personal, etcétera.

Las unidades denominadas escáner permiten ingresar una copia exacta de un papel impreso; cuando se trata de textos, existen programas que intentan convertir la imagen escaneada en un texto que pueda ser editado con un procesador de textos (OCR, reconocimiento óptico de caracteres). La digitalización de imágenes no sólo permite disminuir sensiblemente el espacio físico requerido de almacenamiento, sino que posibilita también una muy rápida búsqueda y recuperación del documento, y que pueda ser compartido por múltiples usuarios al mismo tiempo, ahorrando de esta manera espacio físico y tiempos de búsqueda en magnitudes sustanciales.

Otras unidades muy utilizadas son las unidades lectoras de caracteres magnéticos y ópticos. Todos los cheques tienen en la parte inferior, impresos en estos caracteres, datos referidos al número de cheque, banco y cuenta que se imprimen en los cheques cuando los mismos son fabricados. En Argentina se utilizaron los caracteres magnéticos, pero en otros países, como Estados Unidos, se utilizan los caracteres ópticos.

Otra unidad de entrada que también vemos cotidianamente es la unidad lectora de código de barras (lectura óptica). Los productos que se venden en los supermercados tienen impresos unas barras que identifican cada producto y en el caso de productos

que se venden por peso, también incluyen el peso y precio final. Con estas unidades se agilizó la facturación de las cajas y se solucionó un gran problema de manejo de stock, al evitar errores en la identificación del artículo que salía de existencia, permitiendo que la tecnología de la información ayudara también en un reaprovisionamiento confiable e integrado. Las nuevas etiquetas RFID, cuando económicamente puedan reemplazar los códigos de barras, proveerán de nuevas comodidades y facilidades, ya que por ejemplo, como pueden ser reconocidas a mayor distancia, sólo será necesario pasar el carrito de supermercado completo y automáticamente se detectarán todos los artículos comprados.

Es importante diferenciar la unidad de entrada del soporte. Las unidades están conectadas a la computadora (aún en forma inalámbrica) y el soporte es el elemento que hace que la unidad funcione. Por ejemplo, en la caja de un banco existe una unidad lectora de caracteres magnéticos (unidad), pero funcionará cuando se pase un cheque (soporte). Lo mismo sucede con una unidad lectora de tarjetas magnéticas de una cajero automático que funcionará cuando se inserte la tarjeta con la banda magnética (soporte). En los casos del teclado o *mouse*, por ejemplo, no existe un soporte equivalente, aunque podríamos decir que son nuestros dedos.

De todos modos, las unidades de entrada generalmente requieren la intervención humana para el impulso de su funcionamiento, aunque también existen una gran cantidad de sensores que no necesitan la intervención humana y que se utilizan, por ejemplo, para procesos industriales de control de temperatura o humedad.

En cualquier caso, las unidades de entrada deben convertir teclas digitadas, movimientos de *mouse*, caracteres magnéticos, imágenes en papel, huellas digitales, en datos digitales.

Dado que por sus características, a través de las unidades de entrada vamos a ingresar nuevos datos a la computadora, debemos tratar de asegurar que los datos ingresados sean correctos o, por lo menos, que no sean incorrectos, como por ejemplo, indicar que vamos a facturar un artículo inexistente. Para ello, los datos de entrada pasan por un proceso de validación que debe ser lo más exhaustivo posible (si tenemos que facturar cuatro unidades de un determinado artículo y el usuario ingresa tres de otro, no vamos a poder distinguir el error).

7.9 DISPOSITIVOS PARA PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN

Las unidades periféricas de salida por excelencia son las pantallas o monitores y las impresoras.

Las pantallas o monitores son básicamente de dos tipos: de tubo de rayos catódicos (CRT) y planos (LCD o LED). Las tecnologías son similares a las utilizadas para los televisores. En ambos casos, las imágenes que se ven están formadas por muy pequeños puntos denominados pixeles. Cada uno de estos pixeles pueden exhibir diferentes colores, aunque la cantidad posible depende también de la placa de video que estemos utilizando y la configuración elegida a nivel de software. La llamada resolución indica la cantidad de pixeles utilizados en el ancho y en el alto de la pantalla. La resolución *full HD* se alcanza con 1920 por 1080 pixeles. Cada monitor tiene un máximo de fabricación, pero por software, podemos configurar que se usen menos de los posibles. Las características distintivas son: tamaño (pulgadas de la diagonal), el brillo, el contraste, la resolución máxima y en el caso de los LCD, la velocidad para exhibir las imágenes, elemento importante si se utiliza para videojuegos. Los televisores LCD también tienen entradas que permiten utilizarlos como monitor y las pantallas también tienen entradas que, conectados a un sintonizador de canales (de bajo precio), posibilitan usarlas como televisores. La salida de video también puede conectarse a proyectores que permiten

visualizar los contenidos sobre una gran pantalla para realizar presentaciones. En la actualidad casi no se fabrican ni se comercializan pantallas CRT, como ocurre también con los televisores. Si bien son más baratos, ocupan bastante más lugar, consumen más energía, tienen menor nitidez y fundamentalmente ya nadie quiere uno.

Las impresoras pueden dividirse en dos grandes grupos, las impresoras de impacto, y las que realizan el proceso de impresión sin impacto (ver **Tabla 7.2**).

En la actualidad, las impresoras de impacto son las denominadas matriz de puntos. Tienen un cabezal formado por una matriz de pequeñas agujas que se desplaza horizontalmente en ambos sentidos (bidireccional) y al empujar la cinta de tinta contra el papel, "dibujan" el carácter correspondiente con una serie de puntitos que le dan forma. Por esta característica, su velocidad se mide en caracteres por segundo (cps). Producen un resultado de baja calidad y son lentas, especialmente para una impresión de tipo gráfica, pero aún se encuentran en muchas empresas.

Las impresoras sin impacto se caracterizan porque, como su nombre lo indica, no hay impacto para la impresión de las imágenes en el papel. Por este motivo son también mucho más silenciosas. Dentro de este subgrupo, tenemos las impresoras térmicas, las de inyección de tinta y las láser. Las térmicas producen la impresión de una manera similar a las de matriz de puntos, pero emitiendo calor y sobre un papel especial termosensible. Como son lentas, sólo se utilizan para pequeños *tickets*. Las de inyección de tinta también tienen un cabezal móvil, pero en lugar de impactar sobre una cinta de tinta o emitir calor, expulsan una pequeñísima cantidad de tinta para conformar la imagen a ser impresa. Como pueden tener varios cartuchos de tinta (negra y colores), pueden imprimir en blanco y negro, y también pueden armar una gran variedad de colores, al punto que algunas pueden imprimir una foto con la misma definición de colores que una foto tradicional. A su vez, son más rápidas que las impresoras de matriz e imprimen con mucha mayor calidad. Su velocidad normalmente se expresa en páginas por minuto (ppm) y la densidad en puntos por pulgada (dpi); cuantos más dpi, se obtiene una mayor nitidez, ya que hay más puntos de impresión por pulgada.

Las impresoras láser, que pueden ser sólo blanco y negro o color, son las más veloces y las de mayor calidad de impresión e imprimen de a página completa. Su velocidad y densidad también se miden en ppm y dpi. Existe una gran variedad de impresoras láser, desde las hogareñas y de pequeñas empresas, hasta las muy sofisticadas para las grandes empresas.

Una variante de las impresoras de inyección de tinta y láser son las denominadas multifunción, que agregan funciones de escaneo (y en consecuencia copiar sin estar prendida la computadora), recepción y envío de fax, ranuras para conexión de tarjetas de memoria de máquinas fotográficas digitales, y selección e impresión de fotos (también sin conexión a la computadora).

Curiosamente, una impresora de matriz de puntos resulta más cara que una impresora de inyección de tinta o láser pequeña. Por un lado, la menor utilización de las de matriz, lógicamente eleva los costos de escala. No obstante, seguramente la verdadera razón radica en cuál es el negocio de las impresoras. Mientras los consumibles de las impresoras de matriz (las cintas de tinta) son sumamente baratos, los de las impresoras de inyección de tinta (cartuchos de tinta) y de las láser (cartuchos de tóner) son por el contrario mucho más costosos (los cartuchos de tóner son caros pero tienen un menor costo por copia). En algunos casos, la reposición del cartucho o conjunto de cartuchos puede costar poco menos que la impresora nueva (con todos sus cartuchos originales). Por este motivo, ha proliferado el negocio de los cartuchos alternativos, a su vez, con sus problemas. Con las de inyección de tinta puede surgir un problema adicional: si no se usa por un período largo de tiempo, se puede secar la tinta en el cabezal y ni siquiera cambiando los cartuchos vamos a lograr que vuelva a imprimir como antes; demás esta decir que cambiar el cabezal supera el costo de la impresora. Si no queremos tener este

problema, lo aconsejable es imprimir una hoja de vez en cuando, para que la tinta no llegue a secarse en el cabezal.

Anteriormente, la mayoría de las impresoras se conectaban a un puerto de la computadora denominado "paralelo"; actualmente casi todas lo hacen a un puerto USB o eventualmente pueden ser conectadas directamente a una red, incluso en forma inalámbrica.

Sin embargo, siempre recuerde antes de imprimir una hoja, que la impresión, dentro de la tecnología de la información, es uno de los elementos que más daño provoca al medio ambiente.

Tabla 7.2 | Impresoras

Impresora	Color	Calidad	Precio impresora	Precio consumibles
Matriz de puntos	B/N	Baja	Alto	Bajo
Térmica	B/N	Baja	Bajo	Bajo
Inyección de tinta	B/N y Color	Media	Medio	Alto
Láser	B/N y Color	Alta	Medio/Alto	Medio

También existen otras unidades de salida como los parlantes o auriculares para reproducir sonido o los *plotters*, que son impresoras especiales para casos específicos como, por ejemplo, planos.

7.10 DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE ALMACENAMIENTO EXTERNO DE DATOS

Todas las organizaciones por razones legales, contables, impositivas y de negocios deben conservar muchos datos de sus operaciones corrientes y relacionados con las entidades con las que se opera como por ejemplo clientes, proveedores, vendedores, empleados y artículos. A medida que pasa el tiempo los volúmenes van creciendo y se necesitan crecientes capacidades para poder almacenar y recuperar los datos. Además, por obvias cuestiones de seguridad, es indispensable tener unidades y medios de almacenamiento que permitan resguardar todos los datos almacenados en la organización, de una manera confiable y económica.

Existen distintos tipos de unidades de almacenamiento externo (memoria secundaria), con características y utilizaciones diferentes. Las unidades de discos magnéticos o lógicamente similares son las unidades más comunes y usadas para guardar y recuperar rápidamente datos almacenados. Sin embargo, existen también otras unidades, de medios removibles, como las de disquete (hoy en vías de extinción), las unidades de CD/DVD o las unidades de cintas magnéticas.

Una unidad de discos magnéticos consta de uno o más discos duros recubiertos por un material magnético, sostenidos y separados por un eje central que los hace girar a una velocidad constante que se mide en revoluciones por minuto (RPM). Cada disco tiene dos superficies (caras) utilizables que se dividen en pistas concéntricas. A su vez, cada pista se divide en unidades menores denominadas sectores. En cada pista también existe información para indicar donde comienza la pista y cada uno de los sectores (por eso, antes de poder usar un disco nuevo, hay que “formatearlo”, actividad que graba todos estos datos, pero que elimina todo contenido previo). Todas las pistas (y sectores) tienen la misma capacidad, por lo que las pistas interiores tienen una mayor densidad de grabación que las pistas exteriores. Hay una técnica llamada grabación en varias zonas que permite trabajar con diferentes zonas (cada zona tiene una densidad constante) y,

por lo tanto, las zonas tienen una capacidad creciente a medida que se alejan del centro. La imaginaria unión vertical de las pistas de igual posición relativa de las distintas caras, forma un cilindro (las pistas 1 de todas las caras forman el cilindro 1 y así sucesivamente). Simplificadamente, habrá tantos cilindros como pistas tenga una cara. Para cada superficie (cara) existe una cabeza de lectura/grabación (puede haber una para lectura y otra para grabación) que se puede mover hacia las pistas interiores y exteriores. Estas cabezas nunca tocan la superficie del disco, aunque están sumamente cerca de la superficie para poder efectuar la lectura o grabación magnéticamente. Si las cabezas tocaran la superficie del disco ("aterrizaran"), levantarían la capa magnética, arruinando la superficie. Todas las cabezas de las distintas superficies están unidas a un mismo brazo y, por lo tanto, se mueven simultáneamente; sólo una de las cabezas leerá o grabará. Por software es posible que la unidad de disco se "vea" de una manera distinta a su conformación física. Mientras se lee o graba, la cabeza se queda en su lugar mientras el disco sigue girando.

El sistema operativo (que veremos en el capítulo siguiente) maneja el disco por unidades o *clusters* denominadas unidades de asignación o alocación, que pueden ser de uno o más sectores. Esta será la unidad física que se leerá o grabará. Cada archivo que deba grabarse en el disco ocupa como mínimo una unidad de asignación y en una unidad de asignación no pueden haber datos de más de un archivo; es decir, que cada unidad de asignación sólo puede ser ocupada por un archivo, pero un archivo puede utilizar muchas de estas unidades. Como cada sistema operativo tiene una capacidad máxima de unidades de asignación que puede manejar, la multiplicación del tamaño en bytes de una unidad de asignación por la cantidad máxima que puede usar el sistema operativo, determinará el tamaño máximo de disco que puede direccionar; si el disco es más grande, se lo puede dividir en particiones, es decir, más de un disco lógico en el mismo disco físico.

El tiempo de lectura o grabación se puede dividir en dos tiempos: el tiempo de acceso y el tiempo de transferencia. El tiempo de acceso es el tiempo que se demora en llegar al sector a ser leído o grabado. A su vez, se puede dividir en el tiempo necesario para que la cabeza se ubique en la pista correspondiente (tiempo de búsqueda) y luego el tiempo de espera para que el sector pase justo por la cabeza (el o los sectores pueden haber pasado o pueden estar justo por pasar cuando la cabeza llega a la pista y por ello se toma el tiempo de medio giro), denominado latencia rotacional (puede insumir alrededor de cuatro milisegundos). El tiempo de transferencia es el insumido para la propia lectura o grabación. El tiempo de búsqueda tiene un tiempo fijo inicial de comienzo y un tiempo variable dependiendo de la cantidad de pistas que deba atravesar para llegar a la buscada (un tiempo medio típico puede oscilar en los cincuenta milisegundos). Como es normalmente el mayor de los tiempos sobre el tiempo total (más del 50%), es conveniente para una mejor *performance* disminuir lo más posible estos movimientos del brazo. Cuando se graban datos se sigue, en lo posible (en la medida que estén libres), el orden de pistas del cilindro, en lugar de pistas sucesivas de una misma cara, para evitar el movimiento del brazo de cabezas. También resulta recomendable que los archivos se encuentren lo más compactos y contiguos posibles (ver reorganización de espacios en disco-desfragmentador del capítulo siguiente). Además, los sistemas operativos tratan de ordenar la cola de operaciones de lectura/grabación de un disco, de tal manera de minimizar los movimientos del brazo de cabezas.

Para mayores prestaciones de velocidad y redundancia (seguridad), como por ejemplo, para servidores, se puede acudir al esquema RAID (del inglés *Redundant Array of Independent Disks* o conjunto redundante de discos independientes) que permite que el sistema operativo "vea" un conjunto de unidades físicas de disco como una única unidad lógica. Al tener diferentes discos físicos y redundancia, permite mejorar la velocidad de procesamiento y que el sistema de almacenamiento sea tolerante a fallas de alguno

de los discos. Tiene diferentes niveles, pero simplificadamente, imaginemos que tenemos dos discos iguales que actúan como espejos; cada vez que hay que grabar, se graba en los dos discos (por lo tanto, siempre son iguales), pero para leer, se puede utilizar cualquiera de los dos y en consecuencia se pueden estar efectuando dos operaciones de lectura distintas en forma paralela. Si uno de los discos tuviera algún error o directamente quedara inoperable, el otro disco permite continuar con las operaciones corrientes en forma automática.

Las unidades de disquete tienen una capacidad mucho menor (1,44 MB), pero funcionan de una manera similar. Las principales diferencias, además de la capacidad de almacenamiento, son una menor velocidad (no giran constantemente) y que permiten la utilización de un medio removible (fácilmente se puede sacar un disquete y colocar otro).

Hay unidades como los *pendrives* o los discos de estado sólido (SSD) que son memorias flash (similares a las memorias principales, aunque, como vimos, conservan los datos), pero que, por software, pueden ser "vistas" como si fueran discos magnéticos a todos los efectos. Su gran ventaja es la velocidad y que no tienen partes móviles, reduciendo consumo y calor, y brindando una mayor durabilidad y una mayor resistencia a golpes y vibraciones. Si bien ya son accesibles, tienen un mayor costo medido por unidad de almacenamiento.

Las unidades de discos ópticos y los soportes removibles CD, DVD y Blue Ray, tienen algunas características conceptualmente similares a las unidades de discos magnéticos, aunque sus características físicas y su utilización es muy diferente. En lugar de una lectura/grabación magnética, la superficie se graba de tal manera que refleje la luz en dos modos distintos (0 y 1 binarios). La conformación de pistas y sectores es distinta al disco magnético; en lugar de pistas concéntricas, tiene una única pista en espiral que comienza cerca del centro y llega al borde del disco. Todos los sectores o bloques, tienen la misma capacidad de almacenamiento. Normalmente, la grabación es más lenta que la lectura, pero en cualquier caso, los tiempos son mayores que los de un disco magnético. Los CD o discos compactos pueden ser de distintos tipos: el de sólo lectura (CD-ROM que se graba al fabricar el disco), el grabable por única vez (CD-R) y el regrabable (CD-RW). Los DVD o discos versátiles digitales son similares a los CD, pero con mucha mayor capacidad de almacenamiento (de 4,7 GB en adelante). Esto se debe a que el espaciado entre las vueltas de la espiral es menor (menos de la mitad) y que los datos se graban más juntos (aproximadamente la mitad). Los DVD pueden tener una doble capa de grabación (en la misma cara), lo que casi duplica su capacidad básica hasta 8,5 GB y puede usar ambas caras, que duplica nuevamente su capacidad total (hasta 17 GB). Con estas capacidades puede almacenar totalmente una película de cine y permite realizar copias de respaldo (*backups*) de mucha información sin utilizar tantos soportes (un DVD equivale a seis o más CD). Los más recientes Blue Ray pueden almacenar 25 o 50 GB.

Dado que no pueden ser grabados aleatoriamente como un disco magnético y por su alta capacidad (desde 650 MB a varios GB) y su portabilidad, su utilización es básicamente para guardar información estática (como documentación o una película) o como copias de resguardo (backups).

Todas estas unidades permiten el acceso directo; distintos programas pueden leer o grabar diferentes partes del medio físico, intercaladamente y sin importar la ubicación de los datos (salvo las limitaciones de grabación de las unidades de discos ópticos).

En cambio, las unidades de cinta magnética (cinta de poliéster flexible recubierta por un material magnetizable con pistas paralelas longitudinales) son de acceso secuencial. Ya sea en carrete abierto o en cartuchos (parecidos a los casetes), los datos se almacenan uno tras otro y para leer datos de una parte de la cinta, necesariamente debemos pasar por todos los datos que están grabados antes. Para imaginar la diferencia, pense-

mos en un CD y en un casete, y cómo nos manejamos en cada caso para reproducir un tema del medio. La cinta sólo se mueve durante las operaciones de lectura o escritura. En estas condiciones, cuando un programa usa una unidad de cinta, ningún otro programa podrá tenerla asignada hasta que el programa termine de utilizarla. Estas unidades son lentas y las cintas son un medio menos confiable que los discos magnéticos u ópticos, pero son más económicas (costo por unidad de almacenamiento) y de gran capacidad (pueden llegar a almacenar cientos de GB) y, por lo tanto, un medio posible para realizar copias de resguardo.

CAPÍTULO 8

SOFTWARE

Cuando compramos una computadora nos ocupamos de averiguar si viene sin sistema o si viene con Windows o Linux, antivirus, navegador de internet y otros "programas" que podemos necesitar para el uso cotidiano. Sabemos que sin esos "programas" ni siquiera podremos encender la computadora. También conocemos que esos "programas", o software, pueden ser adquiridos en los comercios del ramo, otros bajados gratuitamente de internet y que también se consiguen "pirateados" sin respetar legalmente los derechos de autor.

La rápida estandarización del hardware, con precios descendentes, extendió, en las últimas dos décadas, el uso de computadoras a pequeñas empresas y a los hogares, permitiendo la proliferación y estandarización del software con precios accesibles (incluso gratis) para las organizaciones menores y particulares.

Como hemos visto, para las organizaciones el software sigue siendo un factor fundamental como generador de ventajas competitivas, ya no tanto por la posibilidad de obtenerlo, sino por un uso adecuado y eficiente para el contexto en que se desenvuelve la organización. Las herramientas ahora no sólo están disponibles, sino que también son accesibles; pero si no se usan o se utilizan inadecuadamente, difícilmente ayudarán a la organización a progresar en este mundo competitivo y globalizado.

En este capítulo veremos las características del software, los distintos tipos, los lenguajes de programación que permiten desarrollarlos, los traductores que permiten pasar del código fuente al lenguaje de máquina, y las diferentes formas de licenciamiento del software.

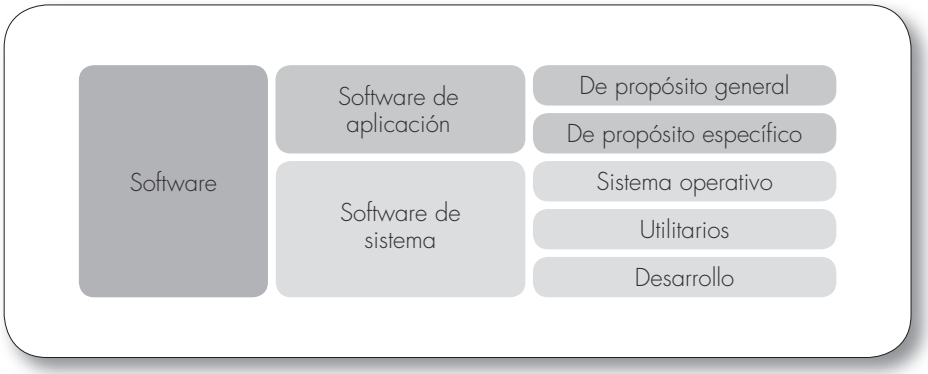
8.1 CONCEPTOS

Una computadora trabaja de acuerdo a un programa formado por una serie de instrucciones ordenadas en una secuencia predeterminada, siendo cada instrucción una orden específica en las que se descompone un trabajo. Es decir, un programa se integra de un conjunto de operaciones que han de ejecutarse. Cada operación es una orden que se imparte a la computadora para ser ejecutada. A través de las instrucciones se especifica lo que se va a hacer, cómo hacerlo y lo que se va a usar para llevar a cabo la operación, como hemos visto en el capítulo anterior.

Uno o más programas constituyen un software. En una computadora convivirán varios software de distintos desarrolladores destinados a diferentes necesidades.

El software puede ser clasificado según diferentes criterios, pero hay una división básica entre el software destinado a cubrir aplicaciones generales para cualquier usuario, o específicas de la organización y que hacen al giro de sus negocios o actividades (software de aplicación); y el software que se utiliza para la administración o gestión de los recursos físicos del hardware de las computadoras, o para tareas generales necesarias para el uso de dichos recursos (software de sistema o de base). La **Figura 8.1** presenta esta clasificación.

Figura 8.1
Software



Boot Process

A su vez, todo software debe ser desarrollado y para ello se requieren lenguajes de programación que permitan definir los pasos o instrucciones para cumplir con una tarea. Para una mayor facilidad, esos lenguajes tratan de ser cada vez más amigables para el ser humano, lo que los aleja del lenguaje binario de máquina, que es el único que puede ejecutar un procesador. En consecuencia, los traductores (compaginadores, compiladores, intérpretes y entornos) permiten pasar de los lenguajes simbólicos usados para la codificación, al lenguaje de máquina.

La propiedad intelectual y los derechos de autor incluyen el software y, por lo tanto, no tener en cuenta este aspecto puede generar importantes inconvenientes legales y económicos a la organización. Un reciente estudio realizado por Prince & Cooke revela que sólo el 9,7% de las empresas sabe que su información valiosa está en riesgo a causa de la piratería y que el 70,8% de las pequeñas y medianas empresas en Argentina reportaron fallas asociadas al uso de software ilegal que redujeron su productividad.

8.2 SOFTWARE DE APLICACIÓN

El software de aplicación es un conjunto de programas concebidos o creados para atender trabajos generales o específicos del usuario, referidos al cumplimiento de sus diversos objetivos. En cambio, el software de sistema o de base, actúa como apoyo para que

podamos usar la computadora, pero cualquier actividad que queramos realizar desde un punto de vista funcional implicará la utilización de un software de aplicación.

La diferencia fundamental de este conjunto de programas con los que consideramos más adelante, integrando el software de sistema o de base, radica en el hecho que usualmente estos últimos nos permitirán usar la computadora, administrarla, mantenerla, pero en ningún caso realizar las tareas cuyo objetivo dio origen a la incorporación de la computadora.

Todas las aplicaciones vistas en la Parte II forman parte del software de aplicación.

El software de aplicación necesita parte del software de sistema para ejecutarse en la computadora. Sin embargo, existe la posibilidad de que los programas sean ejecutados sin software de base, hecho que puede acarrear gran complejidad en el desarrollo de los mismos; por esta razón, expresamos que el software de aplicación necesita del software de base para ser ejecutado. En la **Figura 8.2** se muestra que el usuario se relaciona con el software de aplicación que, a su vez, utiliza los servicios del software de sistema (sistema operativo) para acceder al hardware.

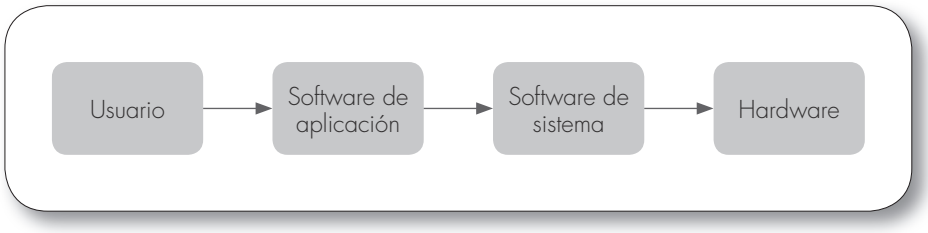


Figura 8.2
Relación usuario - software - hardware

El software de aplicación puede ser dividido en:

- De propósito general (tareas comunes para todo tipo de usuarios)
- De propósito específico (tareas específicas del usuario)

Ejemplos de software de aplicación de propósito general son los navegadores de internet, correo electrónico, procesadores de texto, planillas de cálculo electrónicas, software para presentaciones, software para trabajo en grupo (*groupware*), entre otros. Las aplicaciones ERP, CRM, SCM, BPM, HCM y otras vistas en la Parte II y otras aplicadas a la educación, al entretenimiento, arquitectura, ingeniería, calidad, medicina, etcétera, son ejemplos de software de aplicación de propósito específico.

Las formas para obtener un software de aplicación pueden ser:

- *Confeccionados especialmente para un usuario determinado:* esta alternativa ofrece la oportunidad de introducir en el software las características propias de ese usuario determinado. Es decir, que los sistemas desarrollados "a medida" se generan teniendo en cuenta las particularidades que esa aplicación tiene para ese usuario.

  El desarrollo puede ser realizado internamente o contratado a una organización externa. En ambos casos, tanto la propiedad del software desarrollado como el código fuente y la documentación técnica interna, deben quedar en manos de la empresa contratante.
- *Incorporando paquetes pre planeados:* los paquetes también se orientan a aplicaciones específicas de los usuarios, pero son concebidos en forma estándar. Se generan tomando en cuenta las características propias de la aplicación para satisfacerla en sus requerimientos estándares, generales, sin tener en consideración a usuarios en particular, con el fin de comercializar múltiples copias.

Se trata de sistemas que, desde el punto de vista de los requerimientos de una aplicación específica de un usuario determinado, podrían resultar menos adaptados que los desarrollados especialmente, debido a que tienen en cuenta menos características de cada usuario en particular. No obstante, desde el punto de vista de los requerimientos generales de la aplicación considerada en sí misma, son sistemas mucho más flexibles que los desarrollados para la satisfacción de requisitos de usuarios en forma particular.

Los paquetes de gestión (ERP), los de relacionamiento con los clientes (CRM), los software integrados de oficina (MS Office, Open Office, StarOffice de Sun, entre otros), de correo electrónico, navegadores de internet y otros de uso corriente, son también ejemplos de software de aplicación pre planeados.

Frente a una necesidad de procesar por computadora una aplicación con estos sistemas, el usuario tiene la posibilidad de adquirir los software ya desarrollados en forma estándar, reuniendo las características comunes de la aplicación a la que se refieren, aunque ninguna característica particular del usuario que lo adquiere.

En resumen, diremos que el modelo de negocios, tomado en cuenta en el desarrollo de un software confeccionado para el usuario, es la necesidad específica de ese usuario. En cambio, en los sistemas pre planeados, el modelo tomado en cuenta resulta ser la conjunción de los requerimientos generales que se persigue satisfacer con dicha aplicación, independientemente del usuario particular.

Por supuesto que es posible una estrategia intermedia, tomando lo que me sirve de un paquete (a un costo muy inferior al desarrollo) y desarrollando complementos que permitan "personalizar" la aplicación a las necesidades de los usuarios, o bien, contratando al desarrollador del paquete para que "personalice" directamente el propio paquete. Probablemente, en estas estrategias intermedias se pueda encontrar la mejor combinación de menores costos iniciales (de única vez) y operativos (de todos los días).

El esquema tradicional es que el software de aplicación se ejecuta en la infraestructura de TICs de la organización (equipamiento y software en las oficinas propias). Sin embargo, existe una alternativa diferente que se denomina ASP (*Application Service Provider* o proveedor de servicio de aplicación). Ya sea hecho "a medida" o paquete, el software de aplicación tiene como característica estar basado en Web y tiene bajo costo de inversión inicial, porque reduce en gran medida las necesidades de infraestructura (servidores, licencias de software de sistema, personal especializado, etcétera) ya que se ejecuta en los servidores del proveedor (que mantiene la infraestructura); sólo requiere el uso de un navegador de internet. El costo normalmente se cobra por transacciones o por valores fijos mensuales o anuales. De acuerdo a como sea, puede tener un costo variable más alto, que incluso supere los ahorros de los costos iniciales (a lo largo del tiempo). Por otro lado, existe una mayor dependencia del funcionamiento de la conexión de internet y de la infraestructura del proveedor, ambos aspectos fuera de nuestro alcance.

En la Parte IV analizaremos las ventajas y desventajas de adquisición y desarrollo, y sus diferentes alternativas.

8.3 SOFTWARE DE SISTEMA

Para definir el software de sistema o de base lo dividiremos en tres grandes grupos:

- Sistema operativo
- Software para desarrollo
- Utilitarios

8.3.1 Sistema operativo

Los sistemas operativos son conjuntos de programas concebidos para efectuar la administración o gestión de los recursos físicos de la computadora. La filosofía que anima su desarrollo es que la computadora debe trabajar lo más continua y eficientemente como sea posible, y para ello el sistema operativo efectuará la administración de los recursos en proceso.

El desarrollo y evolución alcanzados en materia de sistema operativo llevó a simplificar el uso de la computadora, al punto que ya es utilizada, sin dificultades, por niños que aún no han comenzado su educación formal.

Hubo y hay muchos sistemas operativos, pero los más conocidos y difundidos son Windows, Linux, UNIX, Mac OSX y Chrome OS. Algunos sistemas operativos han sido desarrollados especialmente para ser servidores de red, como Novell Netware o Windows Server. En una red podrán convivir distintos sistemas operativos, como por ejemplo Windows para las PCs de usuario, un servidor general con Windows Server y otro servidor de base de datos UNIX.

Es frecuente que a un sistema operativo se lo denomine también "plataforma". Cuando un software funciona en distintas plataformas se lo denomina multiplataforma (aún cuando haya una versión distinta para cada una de las plataformas). Para que un software "corra" en una plataforma, por un lado su lenguaje de máquina debe poder ejecutarse en el procesador (hay procesadores compatibles aún de distinto fabricante, como es el caso de Intel y AMD, y también procesadores incompatibles, aún del mismo proveedor) y por otro, debe poder relacionarse y utilizar los servicios del sistema operativo. Por ejemplo, un software que puede ejecutarse en una PC normal puede correr en Windows y no correr en Linux, y viceversa.

En una misma computadora pueden coexistir más de un sistema operativo, ya sea en forma real como en forma virtual (si se utiliza un software de virtualización). Si se trata de sistemas operativos reales, sólo uno de ellos queda en ejecución y para utilizar otro es necesario reiniciar la computadora y seleccionarlo. En cambio, si se utiliza virtualización, todos los sistemas operativos se encuentran activos al mismo tiempo y no es necesario reiniciar para trabajar sobre alguno de ellos. Cada uno de ellos se puede considerar como un equipo virtual diferente. Esta característica es sumamente provechosa en el caso de los servidores, aunque también cómoda en cualquier computadora.

En el siguiente punto se analizarán en detalle los objetivos, características y funcionamiento de los sistemas operativos.

8.3.2 Software para desarrollo

Para el desarrollo de software existe, asimismo, un conjunto de softwares específicos que permiten facilitar el proceso de construcción. Se utilizan lenguajes de programación que resultan más sencillos de manejar por los desarrolladores, pero que deben ser traducidos al lenguaje binario de máquina para poder ser efectivamente ejecutados. En el Punto 8.5 veremos los lenguajes de programación y en el 8.6 los traductores (compaginadores, compiladores, intérpretes y entornos), que permiten pasar de los lenguajes simbólicos usados para la codificación, al lenguaje de máquina. Otro ejemplo de este tipo de software son los sistemas de administración de base de datos que permiten definir, visualizar, modificar, copiar y manejar, entre otras funciones, bases de datos (parte de sus funcionalidades podríamos clasificarlas como utilitarios). En el Capítulo 10 veremos este tema con mayor profundidad. También existen muchas herramientas dedicadas al desarrollo de software, como aquellas gráficas para documentación técnica, para prueba, herramientas CASE (*Computer Aided Software Engineering*, es decir, ingeniería de software asistida por computadora), etcétera.

8.3.3 Utilitarios

Los programas utilitarios son usados para cumplir un número de funciones que, por estándares y repetitivas, resultan necesarias para cualquier usuario en tareas relacionadas con el uso, diagnóstico y mantenimiento de la computadora.

Muchos utilitarios vienen acompañando al sistema operativo, muchos otros son de uso gratuito y pueden ser bajados de internet y otros son fácilmente adquiribles en cualquier negocio del ramo o en la red. Pero difícilmente una organización desarrolle software de sistema, obviamente salvo que sea una organización que se dedique a este tipo de desarrollos.

Como ejemplos podemos citar los antivirus, *firewalls*, *antispyware*, utilitarios de diagnóstico, de información de hardware, monitores del hardware, monitores de red, la calculadora, el liberador de espacio de disco, el explorador, inicializador de discos, el reorganizador de espacio en disco, el editor de textos (como por ejemplo, el block de notas), reproductores de audio y video, control y reparación de errores en la superficie de disco, restauración de sistema, etcétera.

Veamos un par de ellos muy utilizados.

a) Explorador

El directorio (denominado también FAT, del inglés *File Allocation Table* o tabla de alocación o asignación de archivos) es básicamente un archivo más dentro de una unidad de discos (o medio equivalente como *diskette*, CD, DVD o *pendrive*) que contiene además de la identificación o nombre del disco, una serie de datos de los archivos lógicos que están grabados en ese volumen así como también la cantidad de espacio disponible y su ubicación. Es decir, es el índice del contenido del volumen (por eso también se usaba el nombre de VTOC, del inglés *Volume Table of Contents* o tabla de contenidos del volumen). A su vez, en una estructura de tipo árbol, pueden existir subdirectorios (o carpetas), que, a su vez, pueden contener archivos y otros subdirectorios o carpetas. Cuando se dice que la FAT tiene una determinada cantidad de bits (por ejemplo 32), se indica que 2 elevado a ese número, es la máxima cantidad de unidades de asignación que se pueden direccionar en una unidad lógica de disco (recordemos que en un disco físico podemos tener uno o más discos lógicos o particiones).

En general, los datos más usuales que contiene de cada archivo lógico son el nombre del archivo, la cantidad de espacio que ocupa, la/s dirección/es del archivo (ubicaciones o extensiones), la fecha de creación, la fecha de modificación y atributos del archivo, entre otros.

Este utilitario permite visualizar el contenido de directorio y subdirectorios, así como de otros equipos conectados en red y características de configuración (panel de control).

También nos permitirá eliminar un archivo (suprimiendo los datos de dicho archivo del directorio, desasignando el espacio ocupado por dicho archivo lógico y colocándolo como espacio disponible) o renombrar un archivo (que consiste simplemente en cambiar el nombre del archivo en la entrada del directorio del soporte por uno nuevo).

Este utilitario es uno de los más usados, ya que también nos permite buscar, copiar archivos, ver sus propiedades, abrirlos o ejecutarlos desde su interfase, ver el espacio libre, etcétera.

b) Reorganizador de espacio en disco (desfragmentador)

Es frecuente que, con motivo de sucesivas incorporaciones y eliminaciones de archivos de un volumen (por ejemplo disco), se produzcan una cantidad considerable de pequeñas extensiones (cierta cantidad de pistas o sectores) entre los distintos archivos lógicos.

Además, la actualización de los datos de los archivos harán que el mismo comience a estar ubicado en diferentes segmentos no contiguos del soporte. Estos espacios, aún cuando puedan ser manejados por las rutinas de asignación automática de espacio del sistema operativo, generalmente producirán una pérdida de tiempo tanto en la grabación del archivo en esas extensiones como también en su lectura, como hemos visto en el capítulo anterior. Además, obligarán a guardar las direcciones de dichas extensiones en el directorio general del volumen haciendo más lento también encontrar la ubicación de un archivo lógico en el directorio (dado que las extensiones adicionales de un archivo también ocupan lugar en el directorio). Por lo tanto, cuando el espacio ocupado y libre en disco se encuentra muy fragmentado, se hace necesario compactar (desfragmentar) los archivos y reorganizar los espacios. Recuerde que el movimiento de la cabeza del disco es el tiempo más importante de una operación de lectura o grabación. Cuando hay bastante fragmentación, la ejecución de este proceso permitirá lograr una mejora en el rendimiento del equipo.

La función de este utilitario, también denominado desfragmentador de disco, será entonces la de ir copiando los archivos lógicos dentro del volumen sin dejar espacios libres entre ellos. Por otro lado, si un archivo está segmentado en diferentes ubicaciones no contiguas, junta los diferentes segmentos del archivo, colocándolo en un sólo segmento contiguo. Esta tarea involucra, además, la actualización del directorio general del soporte en lo que hace a las ubicaciones de los archivos lógicos y al nuevo espacio libre (que será uno solo al final de todos los archivos lógicos, reduciendo también la cantidad de registros en el directorio necesarios para identificar las áreas libres).

8.4 SISTEMAS OPERATIVOS

Los sistemas operativos son conjuntos de programas concebidos para efectuar la administración de los recursos de la computadora. Algunos de ellos se encuentran residiendo permanentemente en la memoria principal (luego de efectuada la carga inicial al prender la computadora) mientras la computadora esté encendida. Otros residen en memoria, sólo cuando se los necesita ejecutar, encontrándose almacenados en unidades de memoria secundaria (por ejemplo, discos). A los primeros se los conoce como: residente, supervisor, monitor, ejecutivo, kernel o núcleo. A los segundos, como transientes.

La creciente complejidad de los sistemas operativos encuentra su causa en la también creciente complejidad que manifiesta el hardware.

El sistema operativo tiene dos objetivos básicos:

- Facilitar el uso de la computadora, proporcionando servicios para la ejecución de programas, es decir, obtener automáticamente el programa apropiado y administrar los recursos de los procesos en ejecución.
- Actuar como entorno de la aplicación, en el cual el programa es ejecutado, administrando los recursos de una manera eficiente (supervisar las operaciones de la computadora, determinar la asignación del procesador, administrar el uso de la memoria principal, dirigir el desenvolvimiento de las operaciones de entrada/salida y del acceso a archivos).

Los componentes que conforman un sistema operativo materializan, entre otras, las siguientes tareas en la ejecución de una aplicación:

- Carga de programas y componentes
- Administración y manejo de las unidades del hardware
- Administración y manejo de datos
- Comunicación de programa a programa

- Interfase hombre/máquina/sistema de aplicación
- Supervisión de la ejecución de los diferentes programas
- Alocación de programas/datos en la memoria
- Manejo de interrupciones
- Mantenimiento de flujo constante de trabajo a la computadora
- Tareas de comunicación de datos

Las funciones de un sistema operativo son:

- Carga inicial de los componentes residentes en la memoria principal
- Administración de memoria principal
- Administración del/los procesador/es
- Administración de los dispositivos de entrada/salida
- Administración de los procesos a ser ejecutados
- Administración de datos

8.4.1 Multiprogramación. Multiprocesamiento

Cuando se ejecutan varios programas o tareas en forma concurrente, surgen importantes complicaciones para el uso del hardware. En este punto trataremos de explicar esta forma de trabajo bajo dos modalidades, conocidas como multiprogramación y multiprocesamiento, presentes en cualquier sistema operativo moderno. Si bien estos conceptos tienen cierta complejidad técnica, se presentarán de forma simplificada.

a) Multiprogramación

La multiprogramación consiste en el manejo casi simultáneo de dos o más programas independientes, intercalando su ejecución y compartiendo tiempos del procesador. El control de la ejecución de esta intercalación lo realiza el sistema operativo.

Significa entonces que, por medio de la multiprogramación, se efectúa la administración de la ejecución en paralelo de dos o más programas que residen simultáneamente en la memoria de la computadora.

Algunas características generales que podemos enunciar son las siguientes:

- *Intercalación:* ya que más de un programa se encuentra cargado en la memoria principal en condiciones de ejecutarse, ejecutándose o demorados. Pero todos ellos compartiendo tiempos de procesador y asignaciones de memoria.
- *Instantaneidad:* ya que se simula trabajar como si existiera un sólo programa cargado de ejecución instantánea.
- *Independencia:* se trata de distintos programas, con distintas asignaciones de memoria y de dispositivos de hardware.

Los sistemas operativos que trabajan en multiprogramación tienen forma de proteger la memoria de trabajo de cada programa. Así se evita que, por ejemplo, si en un momento determinado se encuentran dos programas ejecutándose, por error uno de ellos almacene datos en direcciones ocupadas por el otro y se destruyan instrucciones o datos de este último.

Como quedó establecido más arriba, el objetivo principal de la multiprogramación es el aprovechamiento del procesador, permitiendo que varios programas o diferentes aplicaciones se estén ejecutando, intercalándose y compartiendo tiempos. De esta manera, se minimizan los "tiempos de espera" en que el procesador se encuentra "inactivo". Por ejemplo, cuando un programa espera datos que deben buscarse en un disco, el sistema operativo asigna el procesador a otra tarea o programa. Paralelamente a este objetivo se debe desarrollar otro, que es evitar la interferencia mutua entre dichos pro-

gramas o aplicaciones. Uno de los métodos que brinda óptimos resultados es convertir las direcciones utilizadas en un programa en direcciones lógicas y aplicar estas últimas sobre direcciones físicas. Así, aparentemente, varios programas se referirán a la misma dirección, pero el control que el sistema operativo ejerce permite que se ejecute asegurando que cada uno de ellos tendrá acceso a una dirección física diferente. Metodologías precisas de este manejo lo constituyen el mecanismo de trabajo de asignación automática de memoria y memoria virtual, que veremos más adelante.

b) Multiprocesamiento

Hasta aquí hemos desarrollado el tema, indicando la posibilidad de trabajar compartiendo tiempos de proceso y, casi en paralelo, efectuando el aprovechamiento de la UCP con varios programas y un solo procesador. Pero ampliar el concepto de un trabajo real en paralelo y a una ejecución simultánea de programas nos obliga necesariamente a aplicar más de un procesador.

De manera que el problema a resolver por el sistema operativo consistirá en asignar una cantidad de procesadores N a una cantidad de programas M, donde generalmente $N < M$, pero sabiendo que $N > 1$. En este caso estamos en presencia del multiprocesamiento y, como en multiprogramación, el sistema operativo deberá asignar cada procesador a los distintos programas sabiendo que contamos con más de un procesador.

Cuando un programa termina o se detiene, uno de los procesadores queda disponible y se podrá asignar a otro programa o proceso.

8.4.2 Funciones

Como hemos visto anteriormente, la función de un sistema operativo expresada genéricamente es la de administrar los recursos de la computadora. En este punto veremos cuáles son esos recursos a ser administrados, y cuáles son las estructuras que habitualmente adoptan los distintos sistemas operativos.

El sistema operativo tiene a su cargo la administración de cinco elementos principales:

- Memoria principal
- Procesador/es
- Dispositivos de entrada/salida
- Procesos a ser ejecutados
- Datos

Varias veces hemos hecho mención a que no todo el sistema operativo está en memoria permanentemente. La parte que reside siempre en memoria principal durante la ejecución de los distintos programas recibe las denominaciones de residente, núcleo, supervisor, ejecutivo, monitor, *kernel*, etcétera. Nosotros utilizaremos los nombres de residente o supervisor para referenciar esta parte del sistema operativo.

Una vez encendida la computadora tendremos que cargar el supervisor en memoria para poder comenzar a ejecutar los distintos programas; pero en este caso, por ser el primer programa que será traído a la memoria ¿cuál será el programa encargado de traer el supervisor a memoria y de cuál dispositivo lo tomará?

En todos los sistemas operativos existe un programa muy especial que no cumple una función de administración de recursos y que tiene como única misión traer a memoria al supervisor, y se lo considera formando parte del sistema operativo. Este proceso recibe normalmente el nombre de *booteo*.

Este programa, una vez que se encuentra en memoria, comenzará a ejecutarse cumpliendo una serie de tareas que difieren de acuerdo al sistema operativo. Por ejem-

plo, en las PCs permite la modificación de los datos del BIOS. Finalmente, verificará cuál es el dispositivo donde deberá buscar al supervisor para traerlo a memoria. Esta indicación puede ser dada manualmente por el operador (si, por ejemplo, tenemos más de un sistema operativo en el disco), o bien, por medio del BIOS.

Una vez cargado el supervisor en memoria, este programa desaparece; en consecuencia diremos que es un programa transiente del sistema operativo.

Si bien, por lo general este programa sólo se ejecutará una vez hasta que el equipo sea apagado, puede haber razones para necesitar "bootear" nuevamente. Entre ellas podemos citar: cambiar de sistema operativo cuando la computadora está "colgada" o un programa no responde, restaurar el sistema frente a errores desconocidos, etcétera. Esta operación puede ser realizada a través del teclado, del *mouse* o por una tecla de la computadora (*reset*).

a) Administración de memoria

Desde los primeros sistemas operativos se han utilizado distintos métodos para la administración de la memoria, de acuerdo a las características de las computadoras y de las modalidades de procesamiento; la evolución de las técnicas de utilización de la memoria, junto con el aumento del tamaño de las memorias reales, han logrado superar la limitación que la memoria real representaba en el pasado. Cualquiera sea la forma que se utilice, será el supervisor del programa el que se encargue de las tareas necesarias para la administración de la memoria.

Sería interesante ver la historia de los distintos métodos, pero a la vez, demasiado detallado para los propósitos de esta publicación, así que sólo analizaremos la memoria virtual, ya que es la forma que, con algunas variantes, utilizan actualmente la gran mayoría de los sistemas operativos en uso.

a.1) Memoria Virtual

A pesar de que la memoria principal es cada día menos costosa (al mismo tiempo, el software cada vez utiliza más memoria), y que los equipos y sistemas operativos pueden gestionar un mayor espacio de direcciones reales de memoria, todavía es un recurso que debe ser usado eficientemente, porque tiene mucha importancia en la *performance* total de una computadora.

Eliminar las restricciones de memoria es un paso importante para lograr implementar software de aplicación a un costo menor y en menor tiempo. En consecuencia, se debe intentar lograr un mayor espacio de memoria pero sin ampliar la memoria real.

Teóricamente el requerimiento planteado puede ser satisfecho proveyendo un espacio de direcciones (un espacio de memoria) que será soportado utilizando dispositivos de acceso directo (en un disco), y además hardware y/o software para realizar las conversiones de las direcciones virtuales a las reales de la memoria. Además, como veremos más adelante, el hardware y/o software de conversión de direcciones ofrece capacidades funcionales que una mayor cantidad de memoria real no puede proveer.

La memoria virtual es un espacio de direcciones virtuales en una unidad de almacenamiento externo de acceso directo (disco magnético), cuyo tamaño máximo está determinado por el esquema de direccionamiento del computador. Si cada byte tiene una dirección distinta, la cantidad de bytes que pueden ser referenciados dependerá de la cantidad de bits que se utilicen para expresar una dirección. Por ejemplo: con 1 bit sólo pueden ser referenciados 2 bytes, el 0 y el 1; con 8 bits se podrán direccionar 256 bytes, con 16 serán 65.536 y con 24 serán 16.777.216 bytes. El resultado surge de elevar 2 a la cantidad de bits utilizados. Para hacer un ejemplo más fácil, si utilizáramos cuatro dígitos decimales para los números de puerta de una calle de la ciudad, podríamos tener números de 0 a 9.999, es decir, que ninguna calle podría tener más de cien cuadras.

En cambio, el almacenamiento que puede ser directamente accedido por el procesador se denomina memoria real. Hay pues, una distinción entre el espacio de direcciones de la memoria virtual y el de la memoria real. El espacio de la memoria real es un conjunto de ubicaciones de memoria en el cual las instrucciones y datos de un programa deberán ser ubicados para su procesamiento. El número de direcciones en esos dos espacios no necesariamente es el mismo, a pesar de que ambos empiezan con la dirección 0 y tienen direcciones consecutivas.

Cuando no existe memoria virtual, no hay diferenciación entre el espacio de direcciones y la memoria real; el espacio de direcciones que puede ser usado en los programas tiene idéntico tamaño al espacio de memoria real disponible. En cambio, si utilizamos memoria virtual, el espacio de direcciones utilizable por los programas es aquel determinado por el tamaño de la memoria virtual implementada (automática o manualmente) y no el espacio de direcciones provisto por la memoria real disponible. Los programas se refieren a los datos e instrucciones por la dirección de memoria virtual, sin conocer la ubicación física de memoria real.

Se denomina memoria virtual porque representa una imagen de memoria en lugar de una memoria principal física. Es importante recalcar que, dado que la memoria virtual no existe como una entidad física de memoria principal, las instrucciones y datos de un programa referenciados por direcciones virtuales deben ser contenidos en alguna ubicación física de memoria real para ser ejecutados; es decir, que para su efectiva ejecución, los datos e instrucciones correspondientes deben ser llevados de la memoria virtual a la memoria principal (no es necesario que sea todo el programa).

La parte residente del sistema operativo no integra la memoria virtual y se encontrará alojada permanentemente durante la ejecución de los distintos programas, en ubicaciones contiguas de la memoria real.

Los contenidos de la memoria virtual están divididos en porciones o secciones de tamaño fijo (por ejemplo: 1 K, o 2 K o 4 K). Asimismo, ya hemos visto que no es necesario que todo el programa esté en memoria en un momento dado. El programa estará completo en la memoria virtual, pero en la memoria real sólo estarán algunas secciones o páginas del mismo que irán cambiando a lo largo de su ejecución. El espacio de direcciones de la memoria virtual, que estará contenido en dispositivos de acceso directo, corresponde a los programas que se están ejecutando.

A su vez, la memoria real también está dividida en secciones de igual tamaño que las páginas. Cuando se debe ejecutar un programa, éste es traído a la memoria virtual, y las instrucciones y datos del programa son transferidos entre la memoria virtual y la real de a una sección por vez, durante la ejecución del programa. Inicialmente se cargará la primera página y luego según las necesidades. Una sección del programa será llevada a la memoria real sólo cuando es requerida, es decir, cuando una dirección de memoria virtual que corresponde a esa sección, es referenciada por otra sección que se está ejecutando en la memoria real. Por otro lado, una sección que está en memoria real sólo será reescrita en la memoria virtual cuando la memoria real asignada a esa sección sea requerida por otra sección del mismo o de otro programa, siempre que no se esté ejecutando y, además, si ha sido modificada. Si no ha sido modificada, simplemente se asignará ese bloque de memoria real a la sección que requiere memoria real para su ejecución, sin ser reescrita en la memoria virtual, dado que el contenido de la página es el mismo tanto en la memoria real como en la virtual (no ha sido modificada).

En general, se controla la actividad de las secciones de todos los programas que se están ejecutando a fin de mantener, en la medida de lo posible, en memoria real a las secciones más activas, dejando las menos activas en la memoria virtual.

Dado que cada sección o página puede ser ubicada independientemente en cualquier bloque de memoria real, no hay necesidad de que un programa ocupe bloques contiguos de la memoria real.

El hardware de traducción de direcciones o la función interna de *mapping* son los mecanismos por los cuales se pueden traducir las direcciones de memoria virtual en direcciones de memoria real durante la ejecución de las instrucciones. El sistema operativo mantiene distintas tablas que indican, entre otros datos:

- Cantidad de memoria virtual implementada.
- Secciones que están presentes en la memoria real.
- Direcciones indicando la ubicación en memoria real de cada una de dichas secciones.
- Elementos de juicio para determinar qué secciones se tratarán de dejar en la memoria real y cuáles no, o eventualmente, qué sección será desplazada cuando otra sección de memoria virtual deba ser llevada a memoria real.

Como hemos visto, el manejo de páginas implica conocer concretamente si una página se encuentra o no en la memoria real y, por otro lado, qué página se desplazará cuando la memoria real esté completa y se deba traer una nueva página.

La tabla de cada programa tiene el formato de la **Tabla 8.1**.

Tabla 8.1 | Tabla de páginas de un programa

Número de página	Indicador memoria real	Indicador páginas modificadas	Indicador de uso	Dirección memoria real
1	1	1	X	Dirección 1
2	0	0		
3	0	0		
4	1	0	Z	Dirección 2
5	0	0		

La primera columna indica el número de página del programa. La segunda es una marca que indicará si se encuentra en memoria real (código 1) o no (código 0). La tercera indicará, para las que se encuentren en memoria real, si han sido modificadas (código 1) o no (código 0). La cuarta columna le dará al sistema operativo otros elementos de juicio para decidir qué página será desplazada cuando se deba traer otra página a memoria real. Finalmente, la última columna nos dará la dirección de memoria real de aquellas páginas que se encuentren en ella.

Cada vez que se haga referencia a una dirección virtual al ejecutarse el programa, se buscará la tabla de páginas descrita, como veremos más adelante al analizar la forma de convertir las direcciones virtuales en reales.

La segunda columna nos dirá si ya se encuentra en memoria real. En caso negativo se originará una interrupción por página faltante, ordenándose la ejecución de una operación de entrada/salida, destinada a traer la página, previo análisis de la ubicación de la misma. En cambio, si ya estuviera en memoria, se tomará la dirección real de la página que sumada al desplazamiento dentro de la página dará la dirección de memoria real buscada. Además, se deberán actualizar las columnas 3 y 4. El indicativo de página modificada (columna 3) sólo será puesto en 1 cuando algún byte de la página sea modificado. De esta manera, cuando esta página sea desplazada de memoria real, se analizará este código y si es 1 se deberá grabar el contenido de la página (en memoria real) a la memoria virtual; en caso contrario, no será grabada, pues, si no se modificó ningún byte, será igual a la página de la memoria virtual. Este indicativo también será utilizado

para determinar qué página será desplazada de la memoria real, ya que será preferible desplazar una página cuyo código sea 0, debido a que no requerirá su grabación en la memoria virtual.

El contenido de la columna 4, indicador de uso, variará según el sistema operativo. Cualquiera sea el método utilizado, el criterio es tener datos o llevar la cuenta de la cantidad de veces que ha sido utilizada la página y, en consecuencia, cuando sea necesario se desplazará la que registre un menor uso.

Al utilizar memoria virtual, las direcciones virtuales se convierten en direcciones reales de memoria de diferentes maneras.

La más sencilla es aquella que direcciona una página del programa y un desplazamiento dentro de la página. Si consideramos que un programa está dividido en páginas de tamaño fijo, toda dirección podrá ser expresada como número de página y desplazamiento dentro de ella (el valor que puede asumir el desplazamiento será 0 hasta el tamaño de la página menos 1).

La **Figura 8.3** muestra la forma de conversión de direcciones virtuales en reales.

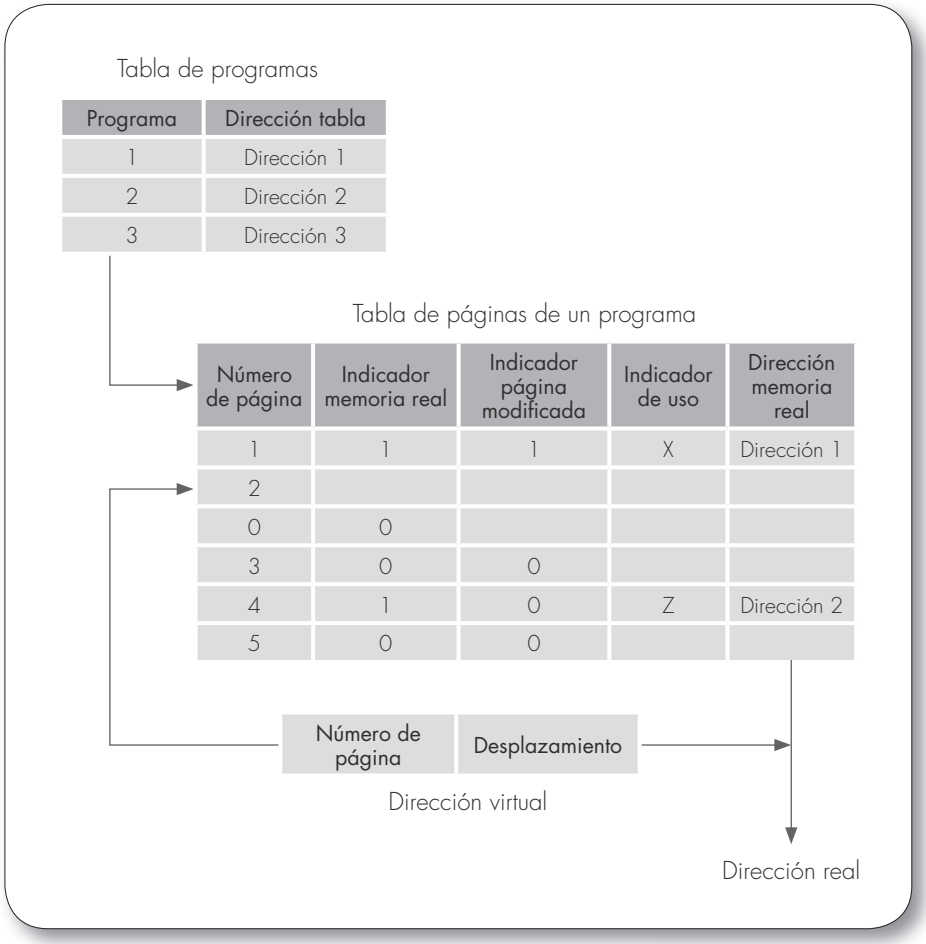


Figura 8.3
Conversión de dirección virtual en dirección real

Cada vez que haya que convertir una dirección virtual en real se accederá a una tabla (donde están todos los programas en ejecución) que indicará, para cada uno de ellos, dónde comienza la tabla de páginas de **Tabla 8.1**. Con esa dirección y el número de página de la dirección virtual a convertir, se buscará en la tabla del programa y se deter-

minará, mediante el indicativo de presencia en memoria real, si la página referenciada se encuentra o no en memoria real. En caso afirmativo se tomará la dirección de comienzo de la página que figura en la última columna de la tabla, se le sumará el desplazamiento dentro de la página (de la dirección virtual a convertir) y el resultado nos dará la dirección de memoria real, como se grafica en la **Figura 8.3**.

Otra forma de direccionamiento virtual consiste en subdividir la dirección en tres niveles: número de segmento, número de página dentro del segmento y desplazamiento dentro de la página. Cada segmento puede tener como máximo un determinado número de páginas (determinado por la cantidad de bits para expresar el número de página dentro del segmento).

La *performance* de la computadora puede estar directamente afectada por la cantidad de tiempo utilizado transfiriendo secciones de la memoria virtual a la real y viceversa (esta actividad se denomina paginado). Sin embargo, se puede lograr un buen rendimiento si cada programa en ejecución logra suficiente memoria real de tal manera que las transferencias se mantengan en un nivel razonable. Consideremos que, trabajando en multiprogramación, mientras un programa esté esperando que una sección sea llevada a memoria real, otro se puede estar ejecutando y a estos efectos, la transferencia de una página es equivalente a efectuar una operación de entrada/salida.

Cuanto mayor sea la actividad de paginación, mayor será la probabilidad de una menor *performance* del computador. Es por ello que, si tenemos varias aplicaciones abiertas, aún cuando aparentemente no estén trabajando, la respuesta del equipo puede ser más lenta.

Un balance adecuado entre memoria virtual y real busca el equilibrio de tiempos de paginado y espera para procesos, a los efectos de mejorar la *performance* general del equipo.

Aún cuando la memoria virtual puede ser de muchos *gigabytes*, para determinar su tamaño más conveniente hay que tener en cuenta distintos factores como:

- El tamaño de la memoria principal.
- La velocidad del dispositivo de acceso directo que va a contener la memoria virtual y el canal al cual está conectado, y su grado de utilización.
- La velocidad de procesador/es.
- Las características de los programas que se ejecuten concurrentemente.

b) Administración de procesador/es

La administración del o de los procesadores es una de las más importantes funciones del sistema operativo.

El programa supervisor es quien se encarga de manejar la multiprogramación y el multiprocesamiento, a través de dos componentes denominados planificador, que se encarga básicamente de elegir el programa que se ejecutará en cada oportunidad en que dicha selección sea necesaria; y control de tráfico, cuya función se puede resumir como la del manejo de las interrupciones (iniciación y terminación de entrada/salida, por tiempo, falta de página, finalización de programa, etcétera).

En general, el ordenamiento de asignaciones se organiza alrededor de una especie de lista de aplicaciones, programas o módulos a ser ejecutados y que se encuentran en distintos estados:

- *Ejecutándose:* significa que el programa se encuentra trabajando en ese instante y usando el procesador.
- *Listo para ejecutarse:* significa que el programa se encuentra en condiciones de ser ejecutado, esperando que se le asigne procesador. Para que el supervisor pueda

asignarle procesador a un programa, el estado del mismo debe ser "listo para ejecutarse".

- *Detenido:* significa que por alguna causa se encuentra a la espera de una acción que cambie su estado de detención (por ejemplo: un programa ejecutándose requiere una operación de entrada/salida; el programa pasa a estar en estado "detenido" hasta que el supervisor reciba la señal (otra interrupción) que le indique que ya terminó la operación de entrada/salida. Otro caso sería cuando la página a utilizar no se encuentra en la memoria principal y debe ser traída desde la memoria virtual; mientras se realiza esta tarea, el programa estará en estado "detenido". Al terminar la operación pendiente, en cualquiera de los dos casos, el programa pasa a estado "listo para ejecutarse".

A partir de aquí habrá que especificar en qué ocasiones se consultará la lista para reasignar el procesador. Esto se hace de acuerdo a distintos métodos, de los cuales veremos sólo uno como ejemplo. La asignación del procesador consiste ahora, una vez rastreada la lista, en la elección de uno de los programas en estado "listo para ejecutarse".

Un programa que se encuentre en estado de ejecución podrá ser interrumpido (es decir, que cesará en su procesamiento), por el cambio de estado de "detenido" a "listo para ejecutarse" de otro programa de mayor prioridad o privilegio. Es decir, que el programa en ejecución se puede detener por una causa ajena a su propio trabajo. En este caso, y de acuerdo con los distintos métodos de asignación que se utilicen, podrá forzarse el rastreo de la lista por un cambio de estado en programas de mayor prioridad al que se está ejecutando, produciendo la interrupción del mismo.

Como hemos visto en el capítulo anterior, una interrupción es una comunicación al supervisor del sistema operativo del acaecimiento de un evento que debe ser analizado. Es por ello que frente a una interrupción, cesa la ejecución del programa que se encuentra usando el procesador (en "estado de ejecución") pasándolo al estado "listo para ejecutarse", el supervisor toma el control del procesador para ejecutarse, analizar la interrupción, procesarla y una vez procesada, se continuará ejecutando el programa de la lista (en estado "listo para ejecutarse") que corresponda de acuerdo al método que se utilice.

El que se describe a continuación es alguno de los tantos criterios que se utilizan para asignar el procesador en una mezcla de programas en multiprogramación. El multiprocesamiento es un poco más complejo y excede el objetivo de la explicación.

Un método muy simple y utilizado es el de ciclos de tiempo constante, también denominado en inglés *round robin*, por su mecanismo de ronda. La lista es rastreada a intervalos o ciclos de tiempo constantes. En este caso el ordenamiento de la lista no es significativo, ya que no existen privilegios o prioridades. Comienza a ejecutarse el primero que llega. Empezando con un programa, la lista es rastreada:

- Cuando el programa termina.
- Cuando el programa no puede continuar su ejecución (por ejemplo, por operaciones de entrada/salida).
- Cuando el contador de tiempos genera una interrupción (al cumplirse el ciclo de tiempo).

El rastreo de la lista recomienza en el programa siguiente, volviendo al principio, después del último.

Indudablemente, sólo puede ser seleccionado un programa que esté en estado "listo para ejecutarse" y, en el caso en que todos se encuentren "detenidos", continuará rastreando la lista hasta que una interrupción de fin de operación de entrada/salida (por ejemplo) haga cambiar el estado de un programa a "listo para ejecutarse".

Por otra parte, si un programa está "en ejecución" y se produce una interrupción de fin de operación de entrada/salida de otro programa, luego de procesada la interrup-

ción, se seguirá ejecutando el programa que estaba "en ejecución", ya que no había concluido su ciclo de tiempo. En cambio, si un programa "en ejecución" solicita al sistema operativo una operación de entrada/salida, pasará a estado "detenido", perdiendo el programa la parte del ciclo de tiempo que aún restaba.

Este método no permite que una actividad de mucho tiempo de uso de procesador lo monopolice en algún momento.

c) Administración de procesos a ser ejecutados

A fin de lograr un uso eficiente de los recursos del hardware, una función importante del sistema operativo será la de proveer los servicios necesarios para que se inicie la ejecución de los programas o procesos indicados por el usuario. Esta interfase del sistema operativo con el usuario es denominada *shell* (caparazón) ya que esconde detalles del sistema operativo.

Normalmente el usuario utilizará una interfase gráfica (GUI o *Graphical User Interfase*) y con un simple doble *click* del *mouse*, iniciará la ejecución de un programa. El sistema operativo deberá encargarse de cargarlo en la memoria principal y preparar o asignar los recursos que utilizará la ejecución (contexto de ejecución). Sin embargo, los sistemas operativos también tienen otras alternativas, como mandatos de usuario o sentencias de control de trabajos, que debe primeramente controlar para luego ejecutar lo indicado.

Una vez cargado el o los programas en memoria y asignados los recursos para su ejecución, otras rutinas del supervisor se encargarán de llevar adelante su ejecución, como hemos visto en los puntos anteriores.

d) Administración de dispositivos de entrada/salida

En este punto analizaremos algunos aspectos específicos en la administración de los dispositivos o unidades periféricas de entrada y salida.

d.1) Administración de dispositivos periféricos de entrada/salida

Este aspecto se orienta al uso de canales de entrada/salida y las unidades periféricas. Como ya hemos visto en el capítulo anterior, todas las unidades periféricas se encuentran vinculadas al procesador a través de canales de distinto tipo. Un canal no es simplemente un cable que une la unidad de entrada/salida con la unidad central de procesamiento (con el bus interno), sino que está constituido, además, por una memoria independiente y por un procesador de entrada/salida que puede trabajar simultáneamente con el procesador principal y que permite, en definitiva, facilitar el trabajo en multiprogramación, dejando libre al procesador principal mientras se ejecuta la operación de entrada/salida. Recordemos que, por lo general, las unidades de entrada/salida manejan velocidades muy inferiores al procesador y memoria principal. Si consideramos que cada programa que se está ejecutando puede solicitar distintas operaciones de entrada/salida, vemos que es necesario que otro programa de control superior se encargue de lograr que todas esas operaciones se ejecuten de la manera más eficiente posible.

A su vez, un canal puede realizar de a una operación por vez, o más de una, y puede tener conectadas varias unidades periféricas. Algunos de ellos, exigen que sean del mismo tipo y otros admiten unidades de distinto tipo.

Sin embargo, sabemos que cuando incorporamos alguna unidad muy moderna, el equipo puede no estar en condiciones de manejarla y necesitamos de software del fabricante de la unidad para instalarlo y para que pueda utilizar todas sus características. Es decir, que para el uso de unidades de entrada/salida se requiere el hardware y el software correspondiente. Muchas veces, ese software, manejadores o *drivers* pueden utilizar sin

problemas distintos tipos de unidades del mismo tipo, como por ejemplo los de disco, o pueden manejar la unidad de manera genérica, pero sin poder aprovechar totalmente la funcionalidad de la unidad (como los genéricos de monitor). Los sistemas operativos vienen con gran cantidad de *drivers* de las unidades conocidas hasta que se terminó de desarrollar esa versión del sistema operativo. Y por eso es que muchas veces debemos usar el CD del fabricante (o bajar de internet) para instalar un *driver* no incluido en el sistema operativo y necesario para manejar el dispositivo de manera eficiente y con todas las funcionalidades.

Cada periférico de entrada/salida requiere su propio conjunto especial de instrucciones para cada operación. El sistema operativo y los canales o controladores proporcionan una interfase uniforme que esconde esos detalles de forma que los programas puedan acceder a dichos dispositivos utilizando lecturas y escrituras sencillas, logrando una independencia de la unidades físicas. De esta manera, también, un mismo canal de puerto USB, por ejemplo, puede manejar eficientemente una impresora, un *mouse*, un *pendrive* o un disco externo.

Analicemos cómo maneja el supervisor las operaciones de entrada/salida de una manera simplificada.

Supongamos que un programa solicita una operación de entrada/salida determinada sobre una unidad periférica. Para ello, el programa le entrega al supervisor una serie de datos que le indican el tipo de operación, el soporte o periférico a utilizar, etcétera, efectuando una interrupción, pidiendo la ejecución de la operación de entrada/salida. Lo primero que debe analizar el supervisor es el canal que deberá ser utilizado para atender ese requerimiento. Determinado el canal, deberá verificar el tipo de canal, el estado en que se encuentra y si existen operaciones pendientes para ese canal.

Lo más simple sería que el canal se encontrara libre y que no existieran operaciones pendientes anteriores sobre ese canal. En este caso el supervisor (vía el *driver*) daría al procesador del canal las instrucciones necesarias para que éste efectúe la operación solicitada, y luego analizaría a qué programa le da el control del procesador principal de acuerdo al esquema de multiprogramación que se utilice. Sin embargo, es probable que el canal se encuentre en uso. Si el canal admitiera varias operaciones simultáneamente, puede darse que todos los sub canales estén siendo usados y, en consecuencia, el canal no admita una operación. Si el canal admite una sola operación por vez, al estar en uso, no admitirá tampoco una nueva operación hasta que finalice la que se encuentra realizando.

Cuando el canal efectúe la interrupción indicando la terminación de la operación de entrada/salida que estaba realizando, el supervisor tomará la primera operación de la lista pendiente y, a través del *driver*, le dará al procesador del canal las instrucciones necesarias para cumplirla.

Como vemos, los canales pueden convertirse en un cuello de botella si el equipo no ha sido correctamente configurado.

Sin embargo, todavía no hemos analizado que todos los dispositivos no tienen las mismas características. Por ejemplo, no se puede asemejar el uso de un dispositivo como la unidad de disco al de una impresora.

Podemos decir que existen dispositivos de acceso compartido y otros de acceso dedicado. Veamos un ejemplo: en un paquete de discos puede haber una gran cantidad de archivos. Distintos programas pueden utilizar alternativamente distintos archivos, ya que los brazos móviles permiten el acceso directo. Es decir, que una unidad de discos magnéticos permite que varios programas trabajen con ella alternativamente sin pérdida de eficiencia significativa.

En cambio, si se trata de una cinta magnética, por ser una unidad de acceso secuencial y varios programas utilizan la misma unidad alternativamente, se debería cambiar el soporte para leer o grabar información en el archivo correspondiente. En caso contrario, cada programa leería registros salteados o grabaría en un archivo registros mezclados con los de otro programa.

Lo mismo sucedería con la impresora. Si varios programas la utilizan alternativamente, no se obtendrán dos listados diferenciados, sino uno sólo con informaciones intercaladas de ambos.

Los dispositivos de acceso directo permiten el acceso compartido y alternado entre distintos programas. En cambio, si la unidad es de acceso secuencial, cuando el supervisor la asigna a un programa no iniciará para ese dispositivo operaciones de entrada/salida de otro programa, hasta que el que lo tiene asignado no lo desasigne, ya que se tratará de un dispositivo de acceso dedicado.

d.2) Impresora

La asignación de la impresora puede aparejar grandes inconvenientes de eficiencia en el uso de la computadora, si consideramos trabajar con multiprogramación, es muy probable que más de un programa requiera el uso de la impresora. En este caso, mientras un programa ejecuta, él o los otros deben ser detenidos, hasta que el primero no desasigne la impresora. Además, debemos considerar que mientras se imprime el listado, todos los programas estarán en la memoria, lo que implica un gran desaprovechamiento de este recurso, sobre todo si tenemos en cuenta que la impresora es uno de los dispositivos más lentos de una computadora.

El problema fue considerado suficientemente grave como para justificar el análisis de una solución. Es así como los sistemas operativos cuentan con una facilidad denominada *spooling* (operación periférica simultánea en línea), de utilización optativa.

El sistema es bien sencillo y consiste en que cada vez que un programa asigna la impresora, el sistema operativo genera un archivo en una unidad de disco. Además, cada vez que un programa solicita una operación de impresión, el supervisor desvía la impresión y la graba en el archivo correspondiente. Cada programa no se entera de esta actividad del supervisor que resulta totalmente transparente para ellos. Los distintos listados grabados en disco conforman una cola de impresión que se va imprimiendo realmente, a medida que la impresora va quedando libre.

Esta facilidad permite no sólo que varios programas impriman intercaladamente, sino también que un mismo programa genere más de un listado en la misma ejecución, algo imposible de lograr teniendo una sola impresora.

Es decir, el *spooling* hace independizar totalmente los conceptos de impresora física e impresora lógica. El computador tendrá todas las impresoras virtuales necesarias independientemente de las impresoras físicas.

Debe tenerse en cuenta que esas imágenes de impresión que se grabarán en disco magnético, ocuparán un lugar en dicho soporte, y que debe tenerse presente al configurar el equipo.

Por otro lado, ahora debemos considerar las actividades conducentes a concretar la impresión física del listado, es decir, su pase del soporte de *spool* a impresión. No sólo será necesario que el sistema operativo cumpla estas actividades, sino también otras que hacen al control de esta facilidad. En efecto, entre los requerimientos de esta naturaleza podemos citar los de eliminar un listado; visualizar la lista de los listados pendientes de impresión; especificar la cantidad de copias que se deberán emitir de un listado; especificar que no se destruya el listado luego de la impresión física; cambiar el orden de prioridad para la impresión; determinar la impresión de un listado en particular o a partir de una determinada hoja del mismo; avanzar o retroceder la impresión de un listado en particular o a partir de una determinada hoja del mismo; avanzar o retroceder la impresión del listado de un determinado número de hojas; establecer que un listado no sea impreso hasta que se indique; detener el listado que se está imprimiendo físicamente, conservándolo en el soporte de *spool*; y establecer que si cualquier listado excede una determinada cantidad de hojas, comience a imprimir por segmentos equivalentes a ésta,

establecer en que impresora se imprimirá cada listado, etcétera. Cabe aclarar que cada sistema operativo tendrá más o menos opciones de esta naturaleza. La impresión real del listado podrá realizarse una vez terminada la primer hoja, o bien, cuando se haya completado el listado en su totalidad.

d.3) Discos y unidades lógicamente similares

Como hemos visto anteriormente, los discos magnéticos y las unidades lógicamente similares (como discos de estado sólido, *pendrives*, etcétera) son soportes de acceso directo y compartido, ya que distintos usuarios pueden estar procesando sobre ellos a través de distintos programas y, a su vez, sobre los mismos o diferentes archivos. En consecuencia, las capacidades de almacenamiento que estos soportes proveen, deben ser convenientemente administrados a fin de lograr un uso eficiente.

Históricamente se pueden encontrar distintas formas de administración, cada vez más automáticas y eficientes. Hemos de analizar en este punto la forma en que actualmente se manejan, nuevamente de forma simplificada.

El problema básico de la administración de los espacios de discos está dado por la asignación del espacio a los archivos en los momentos de generación y expansión o reducción debido a su actualización. La mera lectura o modificación de los registros de un archivo no implica problemas de administración del espacio de estos soportes.

El sistema operativo es el encargado de asignar la ubicación del archivo; cada archivo puede dividirse físicamente en unidades de alocación o asignación (vistas en el capítulo anterior), de tal manera que se puedan aprovechar los huecos que van quedando. La asignación es realizada por el sistema operativo tratando siempre de minimizar los huecos y de evitar que las unidades de asignación de un mismo archivo sean distantes físicamente. En el directorio se guardan las direcciones de las distintas unidades de asignación que conforman cada archivo.

Si bien depende de las organizaciones de archivo que veremos más adelante, habitualmente cuando una unidad de asignación se encuentra completa de registros y debe agregarse un nuevo registro, la unidad se subdivide en dos, generándose una nueva unidad del archivo y repartiéndose los registros en las dos unidades y quedando en consecuencia, lugar disponible en ambas para futuras incorporaciones.

Este método permite la extensión de un archivo luego de haber sido creado y resulta particularmente útil para la actualización del contenido de los archivos.

e) Administración de datos

Si bien los programas son los que realizan el manejo lógico de cada archivo que utilizan, no son sus instrucciones las que detallan las actividades necesarias para leer o grabar los datos. Las instrucciones de un programa simplemente establecerán que se deben leer o grabar datos indicando el archivo correspondiente y el área receptora de los datos a ser leídos, o que contiene los que deben ser grabados. Sin embargo, las funciones de manejo de unidades periféricas vistas en el punto anterior, no incluyen el análisis particular referido a cómo buscar o ubicar los datos dentro de un archivo.

Estas funciones son cumplidas por el sistema operativo para determinadas formas de organización de archivos, o bien, por los sistemas de administración de bases de datos. En el Capítulo 10 veremos un poco más de detalle al respecto. Luego, el sistema operativo (los *drivers*) y los canales se encargarán del manejo físico de la unidad de entrada/salida.

Este manejo físico de las unidades periféricas se realiza por sus unidades físicas (bloques de lectura o grabación de acuerdo al soporte de almacenamiento secundario utilizado) y no por las unidades lógicas que procesa el programa (registros lógicos de datos). En un bloque físico puede haber menos de 1 o más de 1 unidad lógica. Nuevamente es el sistema operativo el que se encarga de que el programa pueda trabajar con

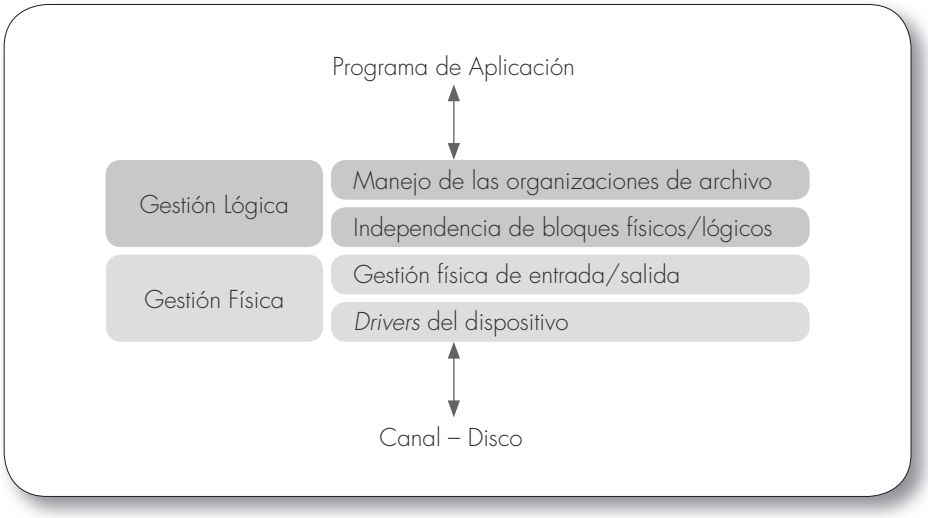
sus unidades lógicas de datos, independizándolo del manejo de las unidades físicas de la unidad de entrada/salida utilizada.

Un programa realizará la misma operación de lectura o grabación, sin importar si utiliza un disco magnético, un disco óptico, un *pendrive* o un disco de estado sólido, a pesar de que cada uno de estos medios tiene características distintas y sus bloques físicos no coinciden.

Resumiendo, el programa se relaciona con la gestión lógica de entrada/salida (que vimos en este punto) que, a su vez, interactúa con la gestión física de la unidad periférica correspondiente (vista en el punto anterior).

En la **Figura 8.4** se representa la arquitectura de software de gestión de archivos.

Figura 8.4
Arquitectura de software de gestión de archivos

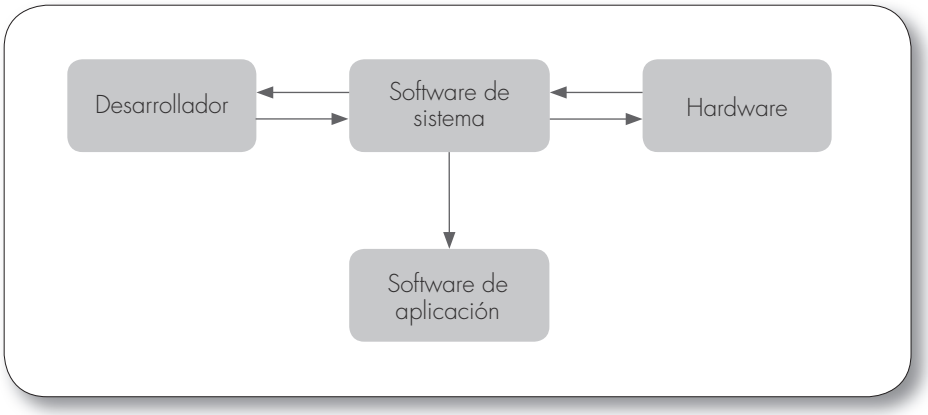


8.5 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Como ya hemos visto, para desarrollar un programa hay que usar un lenguaje de programación. Por otro lado, un procesador sólo puede ejecutar instrucciones que estén expresadas en lenguaje de máquina. Cualquier otro lenguaje que utilicemos, necesariamente deberá ser traducido a lenguaje de máquina para poder ser ejecutado. Veremos los traductores en el siguiente punto.

En la **Figura 8.5** vemos cómo el desarrollador, usando software de sistema, genera un software de aplicación.

Figura 8.5
Relación desarrollador-software-hardware



Vamos a analizar la historia de los lenguajes de programación, sus distintos tipos y características.

La primera generación de lenguajes fue el lenguaje de máquina. Cada procesador puede ejecutar instrucciones únicamente en lenguaje de máquina, también llamado código objeto o ejecutable. Si bien no son exactamente lo mismo, consideraremos que código objeto representa un programa ejecutable.

Cada tipo de procesador tiene su propio lenguaje de máquina. Puede haber procesadores compatibles entre sí, aún de distinto fabricante, como es el caso de Intel y AMD, y también procesadores incompatibles, aún del mismo proveedor.

La característica básica de un programa escrito en lenguaje de máquina es que resulta directamente ejecutable por el procesador y, consecuentemente, cada instrucción debe corresponder a una unidad ejecutable y estar expresada en ese lenguaje binario, incluso en las direcciones de memoria. Resulta imaginable la gran dificultad que esto representa, aún para las computadoras de aquella época que trabajaban en mono-programación (sólo un programa en memoria). En breve, resultó más que evidente que era imposible trabajar de esa manera.

En la segunda generación de lenguajes, aparecieron los primeros lenguajes simbólicos, en este caso los lenguajes ensambladores, o también denominados, lenguajes simbólicos de bajo nivel. También cada instrucción escrita representaba una instrucción en lenguaje máquina, pero en lugar de escribirse en binario o hexadecimal, los códigos de instrucción eran nombres mnemotécnicos (por ejemplo, MVC en lugar de 58 para indicar Mover) y los datos se referenciaban con nombres en lugar de sus direcciones de memoria (por ejemplo, SALDO en lugar de 05000B3F). El programa escrito en lenguaje ensamblador se comenzó a denominar código fuente y, como no era ejecutable directamente por el procesador, se requería de un programa traductor (compaginador) que pasara cada instrucción en lenguaje simbólico al equivalente en lenguaje de máquina. Demás está decir el alivio que representó para los programadores de aquella época. Aún así, el nivel de detalle que alcanzaba la programación era importante y sujeta a mayores errores.

Las mejoras de productividad impulsaron el siguiente paso, la tercera generación de lenguajes o lenguajes simbólicos de alto nivel. Aparecieron distintos lenguajes como COBOL (orientado a aplicaciones comerciales), FORTRAN (orientado a aplicaciones matemáticas o ingenieriles), BASIC, RPG, Pascal, PL/1, o C. Estos lenguajes eran más cercanos al lenguaje humano, más fáciles para aprender y sus instrucciones estaban más orientadas al tipo de aplicaciones a desarrollar, y a una mayor facilidad y productividad en la escritura del código fuente. Una instrucción en lenguaje fuente (macroinstrucción) genera normalmente varias instrucciones en lenguaje de máquina. Por sus características y su época, fueron más transportables entre distintos procesadores y sistemas operativos (con pocos cambios, aunque con compiladores diferentes).

Los lenguajes de cuarta generación (4GL) son de aún más alto nivel, con menor cantidad de código fuente para realizar una tarea. Algunos están asociados a sistemas de administración de bases de datos, permitiendo crear una base de datos y las funciones necesarias para la carga de datos y la emisión de informes, de una manera muy sencilla; como, por ejemplo, Access o FoxPro, entre otros. La codificación es menos procedimental y de sintaxis más sencilla para el ser humano. La facilidad de aprendizaje y utilización permite que usuarios no especialistas puedan construir pequeñas aplicaciones usando algunos de estos lenguajes. Si bien las clasificaciones son arbitrarias, podemos incluir, en esta generación, los modernos lenguajes orientados a objetos y visuales, que describimos a continuación.

Existen lenguajes orientados a objetos desde hace varias décadas (por ejemplo, Smalltalk o C++), pero recién en los años noventa su utilización se hizo masiva, con los lenguajes Visual Basic (algunos sostienen que no cumple con todos los aspectos de un

lenguaje orientado a objetos), Visual C++ y Visual C# de Microsoft (cuyos ejecutables corren en plataforma Windows) y el lenguaje multiplataforma Java (para el desarrollo de sitios Web). Su característica principal es que permiten la definición de objetos o clases, que encapsulan datos (atributos o propiedades) y procedimientos, o métodos (que operan sobre los atributos), en código independiente que puede formar parte del ejecutable o ser un ejecutable aparte y, fácilmente reutilizable (hay empresas que desarrollan y comercializan bibliotecas de definiciones de clase). Una vez definida la clase, se puede usar repetidamente y cada una de estas "instancias" "hereda" las características de los atributos y los procedimientos definidos en la clase (los atributos sólo pueden ser accedidos a través de los métodos). Los lenguajes que no están orientados a objetos también manejan datos y procedimientos, pero, aún los lenguajes estructurados de tercera generación, no lo hacen de manera tan independiente y que facilite tanto la reutilización. Las ventajas de los lenguajes orientados a objetos con respecto a lenguajes tradicionales son:

- Profundizan los principios de modularidad (los módulos de código son más independientes al encapsular datos y procedimientos).
- Posibilita una mayor reutilización (al ser más independientes y contar con una biblioteca de objetos probados y posibles de ser reutilizados).
- Mejora la productividad (una mayor reutilización implica menos cantidad de código nuevo a escribir).
- Reduce errores (al reutilizar objetos ya probados y disminuir la cantidad de código nuevo, también se reducen los errores del desarrollo).
- Hace más sencilla su corrección (depuración).
- Facilita el mantenimiento del código fuente.

Los lenguajes de programación visuales, como el Visual Basic (ver **Figura 8.6**), el Visual C++ y el Visual C# de Microsoft o el Delphi de Borland, permiten armar formularios con todos los controles necesarios, sin necesidad de líneas de código. Los formularios típicos de Windows se pueden diseñar seleccionado el tipo de control de una barra de herramientas (nativa y con otros controles adicionales) y "dibujando" la ubicación y tamaño, simplemente usando el *mouse*. Se pueden mover muy fácilmente en el espacio del formulario y asignarle contenido, color, letra y otras características modificando sus propiedades (los controles son clases), sin necesidad de líneas de código. Estos objetos ya tienen procedimientos incluidos y, de una manera muy sencilla, se pueden agregar otros para indicar qué hacer cuando se hace click o doble click con el *mouse*, o cuando el cursor pasa por encima del control, o cuando el control toma o pierde el foco, de una manera muy modular y sencilla, pero usando sentencias del lenguaje de programación. La gran ventaja es que aceleran en gran medida el armado de las interfases gráficas con los usuarios con mucha productividad (al no usar líneas de código que son particularmente extensas y trabajosas para el armado de pantallas), permitiendo ver en forma inmediata el diseño del formulario, reduciendo la posibilidad de errores y facilitando el mantenimiento. En las **Figuras 8.6** y **8.7** se puede ver cómo se diseña un formulario y cómo se ve el mismo formulario en su ejecución.

Por último, también existen un conjunto de lenguajes de programación para el diseño de sitios Web. Desde el muy simple HTML (entre las opciones de un navegador de internet podemos encontrar la de ver el código fuente HTML) hasta PHP o Java, estos lenguajes multiplataforma tienen como objetivo que cualquier navegador de internet pueda ejecutarlos.

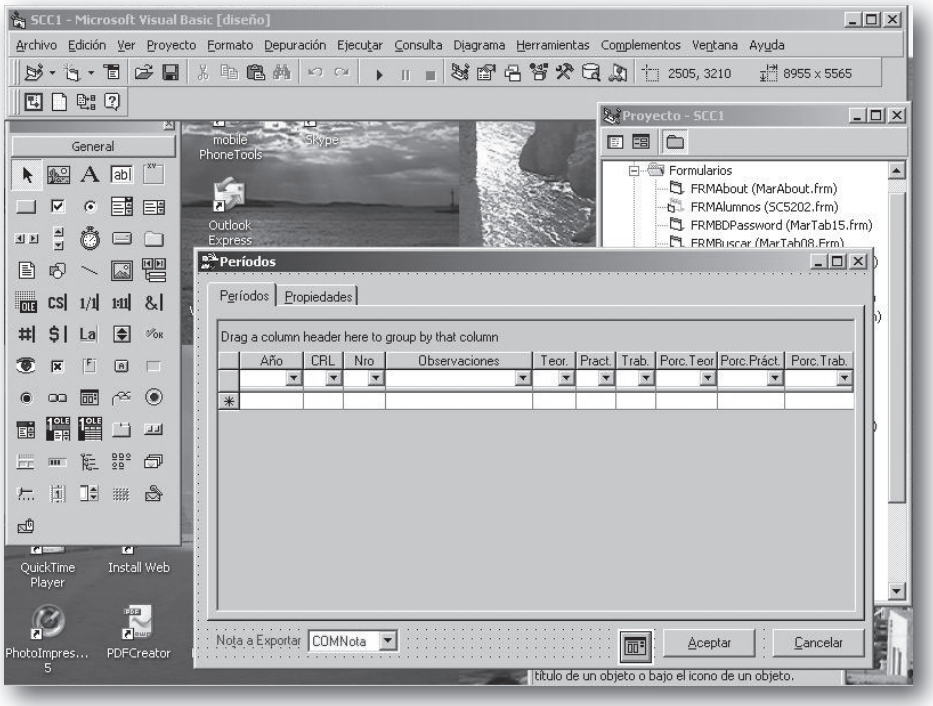


Figura 8.6

Entorno Visual Basic

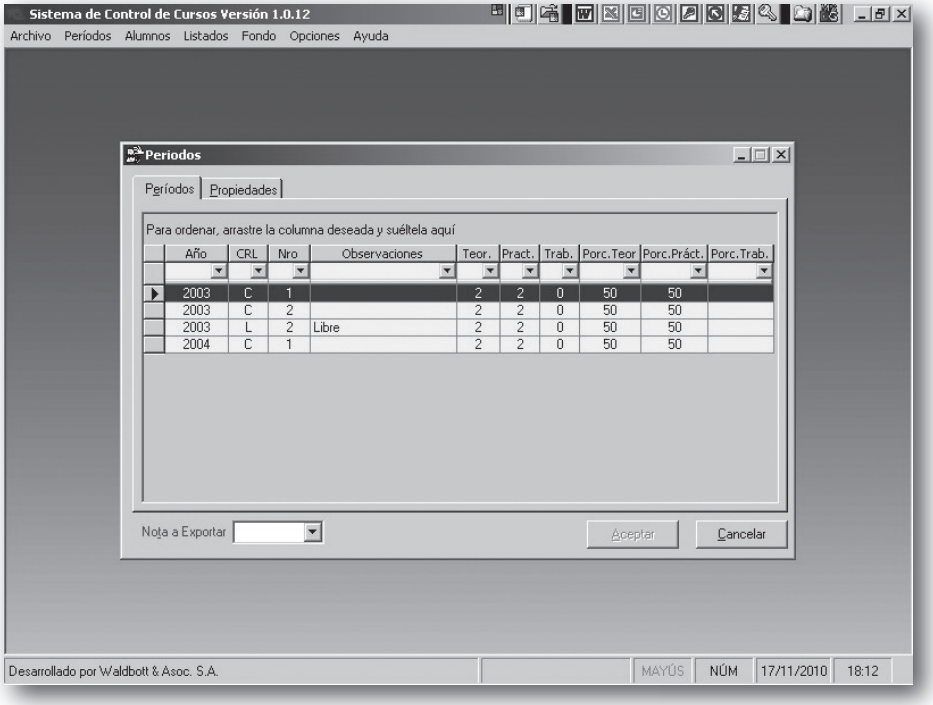


Figura 8.7

Formulario en Ejecución

Roger Pressman en su libro *Ingeniería del Software* presenta una tabla comparativa, donde se presenta la cantidad de líneas de código fuente que llevaría una misma unidad funcional escrita en cada uno de esos lenguajes, por ejemplo, en lenguaje Ensamblador 337, C 162, COBOL 77, C++ 66, Java 63, Visual Basic 47, Access 35, FoxPro y Power-

Builder 32. Como se podrá apreciar, la diferencia es importante y cuanto menos líneas de código, mayor facilidad para aprender y usar el lenguaje, mayor rapidez en el desarrollo (productividad), menos probabilidad de cometer errores y más facilidad para corregirlos y mantener el código en el futuro. Sin embargo, nada es gratis; un mismo programa escrito en un lenguaje de más alto nivel, genera más instrucciones en lenguaje de máquina (más memoria) y consecuentemente es más lento en su ejecución. Esta mayor necesidad de recursos, que fueron requiriendo los lenguajes más complejos, fue acompañada por el abaratamiento y una mayor velocidad y capacidad que, en forma paralela, tuvieron los diferentes componentes de hardware.

Para un sistema operativo o aplicación crítica, se preferirá un lenguaje cuyo ejecutable sea muy eficiente en el uso de los recursos (rápido en su ejecución y que ocupe la menor cantidad de memoria); para una aplicación de uso cotidiano podrá elegirse un lenguaje intermedio, que sea eficiente, pero que sea fácil y rápido para el desarrollo y mantenimiento y para una aplicación ocasional, lo más lógico sería usar un lenguaje que permita un desarrollo muy veloz aunque sea deficiente en velocidad de ejecución o uso de memoria. La importancia de una utilización rápida y oportuna de la tecnología de la información en beneficio de los negocios, los crecientes costos de la hora hombre en comparación con el decreciente costo de memorias y procesadores, han derivado en priorizar la rapidez del desarrollo y la facilidad de mantenimiento por sobre una mayor eficiencia en el uso de los recursos de hardware. Si bien existen muchísimos lenguajes de características diferentes y cada proyecto puede tener funcionalidades propias que orienten hacia un determinado lenguaje, en una organización normalmente se manejan dos o tres lenguajes de programación y se elige entre ellos, ya que, salvo en proyectos muy distintos a los habituales o cuando es un requisito técnico o contractual, el costo de incorporar un nuevo lenguaje supera largamente las ventajas del cambio.

En la **Tabla 8.2** vemos un resumen de las generaciones de lenguajes, sus características, ventajas y el tipo de traductor asociado.

Tabla 8.2 | Lenguajes de programación

Generación	Características	Ventajas	Traductor
1	El programa es directamente codificado en el lenguaje de máquina.	- Muy eficiente en memoria y tiempo de ejecución	- No necesita traductor
2	El programa es codificado en un lenguaje fuente, pero cuyas instrucciones tienen una equivalencia 1 a 1 en instrucciones en lenguaje de máquina.	- Muy eficiente en memoria y tiempo de ejecución - Más fácil para el ser humano	- Compaginador
3	El lenguaje fuente es mucho más cercano al lenguaje humano y cada instrucción genera varias instrucciones en lenguaje de máquina.	- Más fácil para aprender y usar - Más transportable entre sistemas operativos	- Compilador - Intérprete
4	El lenguaje es menos procedimental y de muy alto nivel.	- Más fácil para aprender y usar - Más transportable entre sistemas operativos - Mayor productividad - Más fáciles de mantener	- Compilador - Intérprete - Entorno de desarrollo

Es importante destacar que no hay necesariamente equivalencia entre archivo fuente y archivo objeto o ejecutable. Por distintas razones, en las diferentes generaciones y lenguajes, un archivo programa ejecutable puede originarse en varios archivos de código fuente.

8.6 COMPILADORES, INTÉRPRETES Y ENTORNOS

Los procesos de traducción son muy engorrosos técnicamente y difíciles de explicar, así que veremos sólo sus características conceptuales.

8.6.1 Compaginadores

Con la aparición de los primeros lenguajes simbólicos, los denominados ensambladores o de bajo nivel, también surgieron los primeros traductores de lenguajes simbólicos a lenguaje de máquina, ya que un procesador sólo puede ejecutar directamente, instrucciones expresadas en lenguaje de máquina. Estos primeros traductores se denominaron compaginadores. Por las características de estos lenguajes de bajo nivel, el compaginador realizaba primeramente un control general de sintaxis en todo el programa fuente y si no encontraba errores, generaba la versión ejecutable de ese programa, traduciendo una por una las instrucciones fuente; cada una de ellas se correspondía con una instrucción en lenguaje de máquina. Si había errores, los marcaba en un listado y no generaba el código ejecutable. El proceso de traducción sólo debía volver a realizarse si se modificaba el código fuente; mientras no hubiera modificaciones se reutilizaba el mismo archivo ejecutable que había generado el compaginador y que tenía el programa en lenguaje de máquina ejecutable. Al ejecutar el programa no era necesario el compaginador, dado que el programa fuente ya estaba traducido en lenguaje de máquina, íntegra y previamente.

Dado que estos lenguajes tenían el mismo nivel de detalle del lenguaje de máquina, se agregaron a los compaginadores la posibilidad de "entender" macroinstrucciones que podía definir el programador; utilizando un lenguaje especial, se podía lograr que el compaginador desarrollara estas instrucciones especiales en lenguaje simbólico creadas por un programador, en múltiples instrucciones en lenguaje simbólico nativo y que luego serían a su vez traducidas a lenguaje de máquina.

8.6.2 Compiladores

Los lenguajes simbólicos de alto nivel (sus instrucciones nativas son macroinstrucciones que se traducen en múltiples instrucciones en lenguaje de máquina) utilizaron como traductores, los denominados compiladores o intérpretes. Los compiladores son traductores de características similares a los compaginadores, sólo que asociados a lenguajes de alto nivel.

8.6.3 Intérpretes

Los intérpretes funcionan de manera diferente; la traducción y la ejecución se realizan conjuntamente. Cada instrucción es analizada sintácticamente y, si es correcta, es traducida y ejecutada antes de pasar a la siguiente instrucción. Si se encuentra una instrucción errónea, la ejecución es detenida. La instrucción traducida a lenguaje de máquina no se guarda y, por lo tanto, no se genera un archivo con el programa en lenguaje de máquina y si una instrucción anteriormente traducida y ejecutada debe ser nuevamente ejecutada (como es habitual), será traducida nuevamente. Además, el programa traductor (intérprete) debe estar en memoria todo el tiempo de la ejecución, ya que es el que traduce las instrucciones de lenguaje simbólico de alto nivel a lenguaje de máquina. Consecuen-

temente, una ejecución en intérprete ocupa más memoria principal y es más lenta. Sin embargo, el hecho de disponer del programa fuente en memoria interpretándose, tenía la ventaja de poder ser modificado fácilmente si se encontraban errores de sintaxis o de lógica, además de poder verse fácilmente el contenido de los datos en proceso y de posibilitar la reanudación de la ejecución con los cambios realizados. Unos pocos lenguajes como el BASIC tenían disponibles compiladores e intérpretes.

Por las características señaladas, el intérprete era sumamente ágil y conveniente para la prueba, y puesta a punto del programa por parte del programador y muy desventajoso, y poco seguro, para la ejecución del programa "en régimen" por parte del usuario.

8.6.4 Entornos de desarrollo

Considerando las ventajas de compiladores e intérpretes, surgieron los entornos de desarrollo (ver **Figura 8.6**) que reúnen las características de ambos: permiten interpretar el código fuente para el desarrollo y puesta a punto del programa, y luego generar el archivo correspondiente con el programa en lenguaje de máquina, para su ejecución reiterativa por parte del usuario. Además, brindan una gran cantidad de posibilidades y ayudas al programador para probar, encontrar y corregir errores (*debugging*), así como para llevar el control de versiones del código fuente.

8.7 SOFTWARE PROPIETARIO Y LIBRE

Si bien hay diferentes interpretaciones de software libre y de sus alcances (por su nombre en inglés *freeware*, free puede considerarse "gratuito" o también traducirse como "libre"), a los efectos de nuestro análisis, consideraremos simplemente software gratuito al software que puede ser usado gratuitamente aunque él, o los desarrolladores, no pongan a disposición el código fuente; se considera que si no está disponible el código fuente, no es software libre ya que no es posible estudiar, modificar y adaptar el software, libertades esenciales para considerar libre al software; el software de código abierto (*open source*) será el software con código fuente accesible. Hay software gratuito que no es de código abierto y hay software de código abierto que está disponible también en versiones comerciales pagas. El software pago (en cualquiera de sus formas), sin código fuente accesible, será software propietario.

Para ser precisos vamos a considerar:

- *Software propietario (pago o gratuito):* Cuando el "dueño" del software, al entregarlo, establece restricciones sobre su utilización y/o modificación, al que lo recibe se dice que se trata de un software propietario, o no libre.
  Aun si la pieza de software en cuestión se obtiene gratis, el "propietario" al entregarla puede establecer restricciones con relación a su utilización; por ejemplo, cediendo en forma gratuita el derecho de uso exclusivamente para fines personales, no pudiendo ser utilizada en aplicaciones comerciales, ni copiado, vendido o cedido a terceros. Por ejemplo, hay casos especiales en los cuales un software comercial propietario puede ser usado gratuitamente por los alumnos y docentes de instituciones educativas, para fines pedagógicos, firmando un convenio ad hoc, como es el caso de Microsoft Corporation e IBM, entre otros.
  Cuando un software propietario se obtiene en forma gratuita se dice que es una pieza propietaria gratuita (*freeware*). En algunos casos, con versiones especiales o siempre que el usuario no lo utilice para fines comerciales. Podemos mencionar como ejemplos, el conocido Skype, el antivirus AVG Free, el Acrobat Reader de Adobe (para visualizar archivos PDF), entre otros.

- *Software de código abierto (pago o gratuito):* Cuando hablamos de software de código abierto (*open source*) nos referimos a software cuyo programa fuente es accesible y modificable por el usuario, sin restricciones. Este software puede obtenerse en forma gratuita u onerosa. Puede darse el caso (por otra parte muy común) que se vendan las fuentes del software sin otorgar el derecho a copiarlo y entregarlo a otros (no libre).
- *Software libre:* El concepto de software libre se refiere a aquel cuya licencia de uso (paga o gratuita) garantiza a su receptor la libertad de utilizarlo en lo que quiera, estudiarlo, modificarlo y redistribuirlo, otorgando licencias de igual tipo como desee.

  Una característica distintiva es que una comunidad de desarrolladores voluntarios pueden trabajar para mejorar el software o generar complementos de utilidad. Este trabajo se realiza sin motivaciones económicas (en todo caso un afán de prestigio) y su resultado es accesible por parte de todos los usuarios. Para facilitar el uso del software, se pueden "vender" en versiones comerciales (como Red Hat, por ejemplo).

  La libertad de modificarlo implica la necesidad de que se trate de software de código abierto. Se acepta que esta libertad se condicione en cuanto a la forma de incorporar mejoras y a la obligación de compartir esas mejoras con el resto de la comunidad. Es decir, el receptor puede o no estar obligado (según disponga el proveedor) a entregar libremente todas las mejoras realizadas y compartirlas con el resto de la comunidad. La libertad de redistribuirlo implica que se pueden hacer copias y entregar a terceros, con o sin cargo, independientemente de haberlo obtenido en forma gratuita u onerosa. Es más, un poseedor de licencia puede ofrecer un determinado software sin cargo y otro (el mismo software) en forma onerosa.

  Por lo tanto, una pieza puede ser "libre" sin ser gratuita, pero tiene que ser de código abierto.

Como ejemplos de software de código abierto (código fuente a disposición del usuario) y libre, podemos mencionar el sistema operativo Linux y el Chrome OS, el Symbian para teléfonos celulares, el sistema de administración de base de datos MySQL y el navegador de internet Mozilla Firefox.

El desarrollo de software está amparado por lo derechos de autor. En la Argentina es la Ley 11.723 de Propiedad Intelectual sancionada en 1933, modificada por la Ley 25.036 del 14/10/1998 que incluyó explícitamente el software dentro del marco de los derechos de autor. El registro se realiza en la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI), que actúa como Ente Cooperador de la Dirección Nacional del Derecho de Autor.

En los casos en que el software es propietario y oneroso (sin código abierto), normalmente no se vende (la compra/venta implica legalmente la transferencia de la propiedad de la cosa), sino que se otorga al usuario el derecho de uso, bajo algún esquema de licenciamiento (licencia de uso). Generalmente, las licencias de uso prohíben la ingeniería inversa, así como duplicar, modificar y transferir el software. El código fuente no estará disponible para los usuarios clientes. Una excepción sería cuando una organización encarga a otra el desarrollo de un software con transferencia final de los derechos de autor y, en ese caso, se configura una compra/venta de software.

Los esquemas de licenciamiento para el uso del software pueden ser sumamente variadas y están más ligadas a la imaginación comercial que a aspectos técnicos. Como ejemplos podemos citar:

- Un valor por cada usuario que utilice el software (puede ser por usuario con el software instalado o por usuarios concurrentes, es decir, la cantidad de usuarios que acceden al uso del software simultáneamente, sin importar cuantos usuarios

tengan instalado el software); muchas veces, el valor de cada usuario no es igual y tiende a decrecer al aumentar la cantidad de usuarios. En software para servidores, el valor puede estar asociado a la cantidad de procesadores del servidor.

- El valor del punto anterior puede ser un valor de única vez, por período de tiempo, de pago mensual (tipo alquiler), de pago anual (frecuentemente denominado canon) o cualquier combinación.
- En ocasiones, el pago puede estar referido a rangos de movimientos permitidos; por ejemplo, hay software de Recursos Humanos o HCM (por su nombre en inglés *Human Capital Management*), cuyo licenciamiento se realiza de acuerdo a rangos de cantidad de empleados.
- Otro caso similar está referido a los software que se utilizan directamente en los servidores del proveedor de software (basados en internet), denominados proveedores de servicios de aplicaciones o ASP (*Application Service Provider*). El valor puede ser por cantidad de transacciones realizadas o también puede ser por suscripción mensual o anual.

Si queremos analizar ventajas y desventajas del software propietario y libre, no podemos dejar de mencionar la importante ventaja de la habitual gratuidad del software libre sobre la habitual onerosidad del software propietario. Si pensamos en un costo por cada usuario, en grandes organizaciones, cada software puede representar un ahorro muy importante en los costos de adquisición.

Si las garantías de un software propietario son relativas de por sí, es presuntamente más difícil que un software libre tenga una corrección de errores ágil, adaptaciones a cambios legales, contables e impositivos, rápidas adaptaciones a nuevos entornos de hardware y software, y nuevas versiones. El giro comercial de un software pago hace más o menos indispensable que se mantenga actualizado y que se generen nuevas versiones. Como en todo, por supuesto que hay ejemplos de lo contrario en unos y en otros.

Por último, una pregunta de múltiples respuestas y argumentos: si usted fuera el gerente de una organización mediana o grande, ¿estaría más seguro con un sistema operativo estándar propietario o con uno libre (con código abierto)? Las dos respuestas tienen sus argumentos.

CAPÍTULO 9

COMUNICACIONES Y REDES

En los capítulos anteriores vimos las características del hardware de una computadora y de los distintos tipos de software que se requieren para cumplir con nuestros objetivos de procesamiento.

Sin embargo, tanto en los hogares como en las organizaciones, ya resulta imprescindible que las distintas computadoras se comuniquen entre sí para compartir una conexión a internet o impresoras; y en las empresas, algo aún más importante, datos (de empleados, proveedores, clientes, artículos, etcétera y sus movimientos, operaciones o transacciones), así como permitir la comunicación entre los diferentes usuarios y con entidades externas, para llevar a cabo los procesos de negocios.

En este capítulo veremos las características generales y las específicas de la comunicación para conformar las redes de computadoras.

9.1 CONCEPTOS

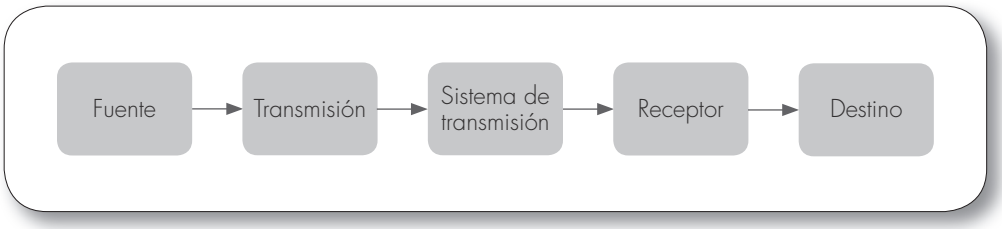
Al igual que una comunicación entre personas, cuando se trata de computadoras, también hay un emisor que envía datos a un receptor. De manera equivalente, el dato o mensaje es manejado por un elemento (cuerdas vocales) que lo transforma para que pueda ser transmitido por un medio (aire) y que llega a otro elemento del receptor (oído), que lo maneja transformándolo nuevamente en el dato o mensaje original. Si la comunicación es telefónica, se agregan nuevos dispositivos que requieren transformaciones para que la comunicación y los datos lleguen al receptor.

Cuando se trata de computadoras, el esquema es básicamente el mismo, aunque con dispositivos totalmente distintos y con la ventaja de que se transmitirán 0 y 1 binarios, evitando los problemas de interpretación que afectan las comunicaciones humanas. Sin embargo, debemos tener presente que las distorsiones tolerables de una comunicación telefónica común no son aceptables para la transmisión de datos.

Siguiendo con nuestro ejemplo, ¿qué pasaría si el emisor y el receptor no hablaran el mismo idioma? Con las computadoras pasa lo mismo y es por ello que existen distintos "protocolos" o estándares, que son un conjunto de reglas (compartidas por el emisor y el receptor) que permiten que el intercambio de datos pueda ser realizado sin errores. Como veremos, existen diferentes protocolos; algunos son alternativos unos de otros, pero también existen categorías que se aplican a diferentes rubros.

En la **Figura 9.1** se esquematiza el modelo de comunicaciones.

Figura 9.1
Modelo de comunicaciones



9.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

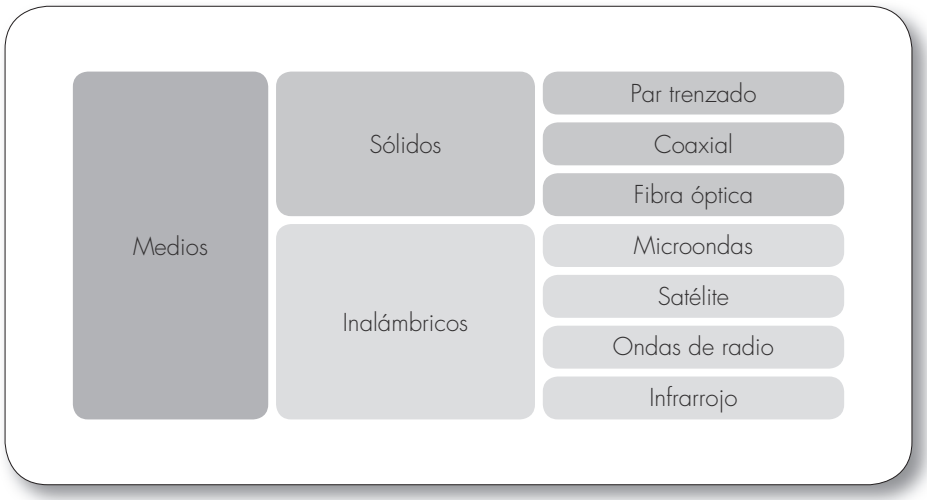
Mas allá de los componentes de hardware, que veremos más adelante, para poder transmitir datos del emisor al receptor, vamos a necesitar un medio de transmisión (**ver Figura 9.2**).

Existen dos tipos de medios: los sólidos o guiados (cables) y los inalámbricos o no guiados (sin cables). Como veremos, cada medio tiene sus características propias, sus ventajas y desventajas, pero básicamente determinan la distancia y la velocidad de transmisión.

La amplitud de banda es la velocidad a la que se transmiten los datos. También denominada velocidad de transmisión, se mide en bits por segundo (bps o baudios). Normalmente, a mayor velocidad, mayor es el costo.

Además, los medios pueden llevar datos de una transmisión a la vez (banda base), como, por ejemplo, las líneas telefónicas comunes; o pueden realizar varias al mismo tiempo (banda ancha), como, por ejemplo, el cable de TV, fibra óptica o las conexiones inalámbricas. Por lo general, banda ancha ofrece mayor velocidad de transmisión que banda base y por ello es que usamos este término para describir conexiones de mayor velocidad.

Figura 9.2
Medios de transmisión



Los medios sólidos o guiados más comunes (ver **Figura 9.3**) son el cable de par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica. La velocidad de transmisión depende básicamente del medio elegido, de la distancia y si el medio es punto a punto, o multipunto.

El par trenzado es uno de los medios más utilizados y visibles. Físicamente son dos cables de cobre entrecruzados en forma de espiral, embutidos en un aislante. Son muy parecidos al cable normal de telefonía y la ficha de conexión también es similar. Es un cable de bastante flexibilidad, de bajo costo y confiable, muy útil para cableados locales, ya que podemos controlar posibles interferencias de campos electromagnéticos y de cables eléctricos. Para distancias mayores a 2 Km requiere un repetidor de señal. Sus desventajas son que permite distancias menores que los otros cables y que maneja menores velocidades de transmisión. Hay dos tipos: el UTP y el STP (de mayor velocidad y menores interferencias). El más utilizado es el UTP; existen distintos tipos de UTP de acuerdo a sus características.

El cable coaxial es muy similar a los cables de TV. Es muy versátil, ya que permite la televisión por cable y conectar distintas computadoras localmente y también conexiones de internet. Admite mayores distancias y tiene menos posibilidades de interferencias, pero es más costoso que el par trenzado y de menor flexibilidad.

El cable de fibra óptica es de forma cilíndrica e internamente tiene varias fibras de cristal con su propio revestimiento. No tiene interferencias electromagnéticas, ya que utiliza la luz como forma de transmisión y, en consecuencia, permite distancias más grandes y velocidades mucho más altas. Sin embargo, su alto costo hace más conveniente su uso como red troncal, dejando los demás cables para llegar a los domicilios u oficinas (denominado "última milla"). A medida que su costo vaya bajando, será la mejor alternativa, aun para cableados locales, para redes de 1 o más Gb de velocidad.

Si bien no se ha expandido comercialmente, desde el punto de vista técnico, es posible utilizar la red de energía eléctrica como medio de transmisión.

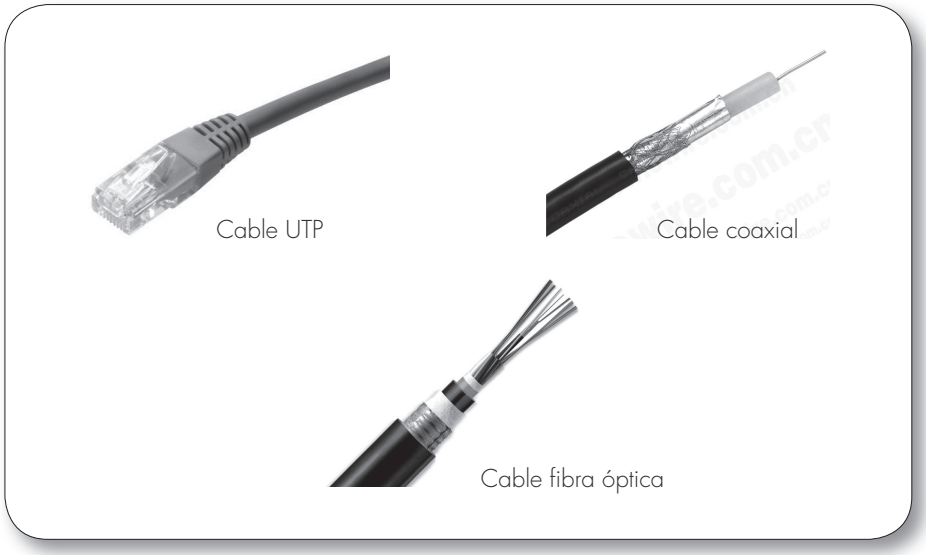
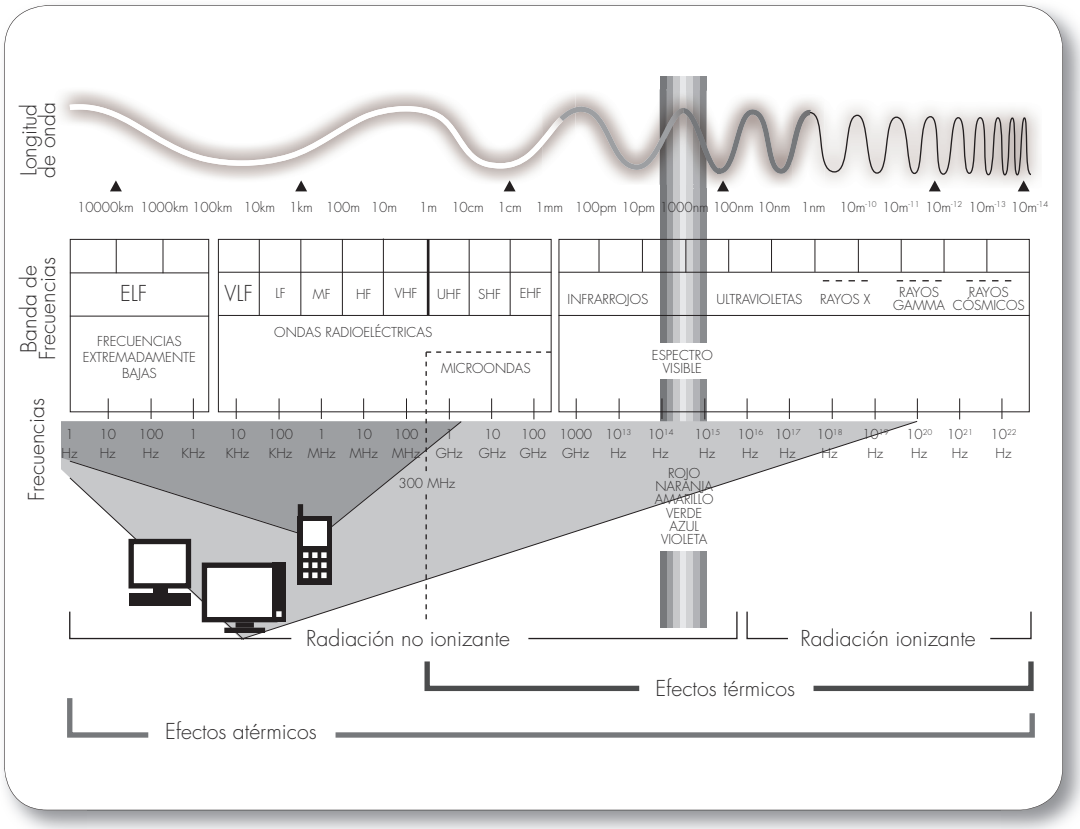


Figura 9.3
Distintos tipos de cables

Las comunicaciones inalámbricas se realizan en distintos rangos de frecuencias (**ver Figura 9.4**): las microondas, que abarcan las microondas terrestres y satélite, las ondas de radio y la zona infrarroja. Las comunicaciones que se realicen al aire libre y, especialmente, si abarcan una gran distancia, pueden tener interferencias relacionadas con el clima. A su vez, debe tenerse presente que, aunque no lo parezca, el espacio aéreo es finito y plantea problemas de seguridad adicionales.

Figura 9.4
Espectro de ondas electromagnéticas



Las microondas son muy direccionales por lo que se utilizan punto a punto. En las microondas terrestres se utilizan antenas parabólicas tipo plato que deben "verse" sin obstáculos; por eso las vemos en lo alto de los edificios o en altas torres metálicas en ambientes rurales. Si aparece un obstáculo entre dos antenas, se deberán relocalizar las antenas, o bien, agregar una antena para triangular. Si bien pueden cubrirse amplias distancias (decenas de kilómetros), si la distancia es aún mayor, deben usarse antenas repetidoras. Por el peligro de interferencias mutuas (utilización de la misma frecuencia), requiere regulación y asignación de las frecuencias.

En el caso de microondas por satélite, el funcionamiento es similar, pero el emisor envía a un satélite de comunicaciones en una frecuencia (canal ascendente) y luego el satélite reenvía en otra frecuencia al, o a los receptores. Considerando las mayores distancias (35 mil kilómetros), existe un mayor tiempo de demora en las transmisiones, hasta unos pocos segundos, pero que dificulta el diálogo de datos en tiempo real entre emisor y receptor, por lo que no resulta utilizable para determinadas aplicaciones, aunque son muy útiles para transmisiones multidestino. Hay satélites sustancialmente más bajos que permiten una transmisión mucho más rápida.

Las ondas de radio, en cambio, son omnidireccionales y, por lo tanto, no necesitan antenas parabólicas y que estén rígidamente alineadas. También es un espectro de frecuencias que debe ser asignado.

En las comunicaciones de la zona infrarroja, el transmisor y el receptor deben "verse" directamente, o bien, en forma indirecta por reflexión en una superficie, como paredes o techo. Son de corta distancia y no pueden traspasar elementos sólidos; en consecuencia, las interferencias son menores y la seguridad es mayor. En esta banda de frecuencias no se necesitan permisos o asignación de frecuencias.

Como puede apreciarse, la utilización de estos medios puede resultar muy beneficiosa y atractiva, aunque costosa; las antenas y su instalación resultan en costos fijos importantes y los cargos de utilización de frecuencias, cuando son reguladas y, eventualmente, el satélite, agregan nuevos costos fijos y/o variables.

9.3 REDES

Una red es un conjunto de computadoras y otros dispositivos interconectados entre sí, por los medios de transmisión (uno o varios) ya vistos y otros componentes de hardware que veremos posteriormente. Recordemos que hay impresoras que pueden ser conectadas directamente a una red.

Mucho antes de la aparición de las PC, los *mainframes* utilizaban las comunicaciones para conectar otros componentes remotos. En cambio, por su costo, las primeras PC operaban en forma aislada. Con el paulatino abaratamiento, empezó a ser económicamente razonable que hubiera varias PC en una determinada localización de una organización y que se pudieran conectar localmente. Con ese concepto surgieron las redes de área local (LAN, del inglés *Local Area Network*). La característica principal es que todos los dispositivos (computadoras, impresoras, etcétera) están conectados en un área física cercana, como puede ser una oficina, un edificio o un hogar, es decir, que las distancias son cortas. Cuando la cantidad de computadoras lo amerita, una, o más de ellas, funciona como servidor que provee servicios especiales para la administración de la red y a la vez permite que se compartan datos, impresoras, etcétera; por ejemplo, puede haber un servidor de datos y otro de correo electrónico. Para pequeñas redes no es necesario que exista un servidor y, en este caso, se denominan igual a igual o par a par (en inglés P2P, o *peer to peer*). Los equipos pueden estar comunicados usando cables y/o en forma inalámbrica (no regulada, de corto alcance).

Sin embargo, en ocasiones, las necesidades de comunicación abarcan puntos distantes de un centro urbano o ubicaciones geográficas a lo largo del país e incluso del mundo. En estos casos, se denominan redes de área metropolitana (MAN, del inglés *Metropolitan Area Network*) o redes de área amplia (WAN, del inglés *Wide Area Network*). Como las distancias son mucho mayores, se pueden utilizar cables de fibra óptica, microondas terrestres o satélite. Una alternativa mucho más económica es utilizar internet como medio para la transmisión, aunque las características y velocidades también son diferentes.

Las redes son privadas cuando su uso está restringido a los usuarios internos y/o externos de la organización. Aún cuando se utilicen medios de transmisión de propiedad de otras empresas (como, por ejemplo, líneas telefónicas), su utilización está dedicada en exclusividad. En cambio, en una red pública el acceso a los medios de transmisión es compartido. Por esta razón, para la utilización de redes públicas, aún en los hogares, es necesario tomar medidas de seguridad (como, por ejemplo, *firewalls*); en el caso de las organizaciones pueden ser imprescindibles mayores niveles de protección y seguridad.

Como internet es una red pública de alcance mundial, puede resultar una alternativa económicamente atractiva, pero su seguridad también puede ser insuficiente para los propósitos de la organización. Para mejorar este aspecto, se puede constituir una red privada virtual (VPN, del inglés *Virtual Private Network*). A través de software, la VPN arma un túnel virtual protegido y que puede ser accedido sólo por los usuarios habilitados, simulando una red privada.

Por último, una red interna o Intranet es una red que permite que los distintos usuarios internos de la organización puedan estar conectados; en cambio, una red externa o Extranet, permite agregar a usuarios externos como clientes o proveedores.

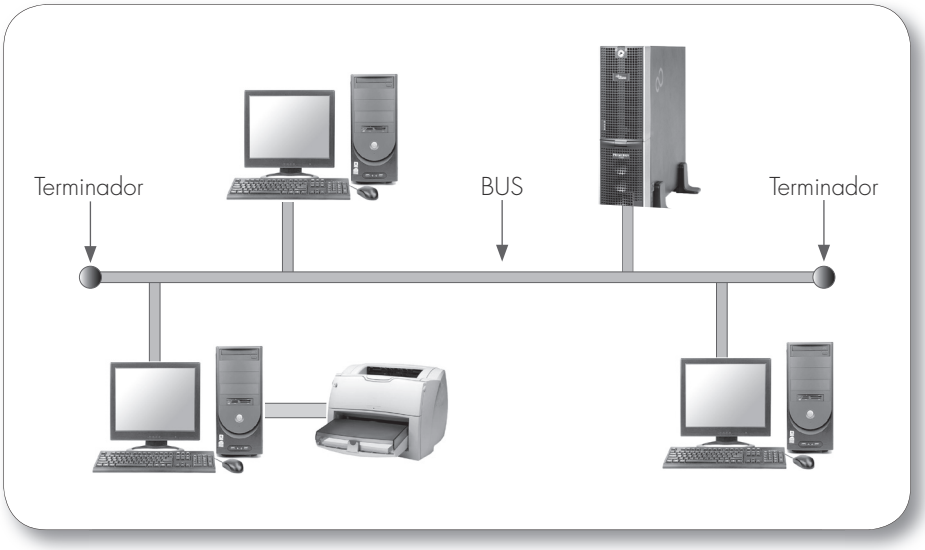
9.3.1 Topologías

Topología es la forma en que se conectan entre sí las diferentes computadoras u otros dispositivos que configuran la red. Existen diferentes topologías que se usaron o usan en redes locales: bus, anillo y estrella.

a) BUS

En esta topología (ver **Figura 9.5**), todas las computadoras se encuentran directamente conectadas a un cable que recorre las computadoras, una con otra, formando el denominado bus. En los extremos de cada punta se coloca un terminador que absorbe la señal, eliminándola del bus. Una transmisión efectuada por cualquier nodo de la red, se propaga a través del medio de transmisión en ambos sentidos y es recibida por todos los demás nodos. Consecuentemente, todo mensaje que se transmita debe identificar a cual va dirigido (nodo receptor). Para evitar que un nodo pueda monopolizar totalmente el uso del bus, los mensajes se dividen en paquetes (también se los denomina tramas), aunque un nodo con muchos datos a transmitir puede usar significativamente el bus, en detrimento de los demás nodos.

Figura 9.5
Topología BUS



Sin embargo, ¿qué ocurre si dos estaciones transmiten al mismo tiempo? Como veremos más adelante, se resuelve con la utilización de protocolos.

Si un segmento del medio de transmisión del bus se daña, la red no puede funcionar.

b) Anillo (*token ring*)

En esta topología (ver **Figura 9.6**), la red es un bucle cerrado, donde las computadoras se conectan al anillo mediante repetidores y estos están unidos entre sí por el medio de transmisión, formando el anillo. El enlace entre repetidores es unidireccional, es decir, que los mensajes circulan en un sólo sentido. Cuando el mensaje (paquete) pasa por el repetidor del nodo de destino, el mensaje es enviado del repetidor destino a la computadora destino. El mensaje sigue circulando por el anillo, hasta que llega al nodo origen, donde es eliminado. Si un segmento del medio de transmisión del anillo se daña, la red no puede funcionar; se puede solucionar si se cablea con un doble anillo.

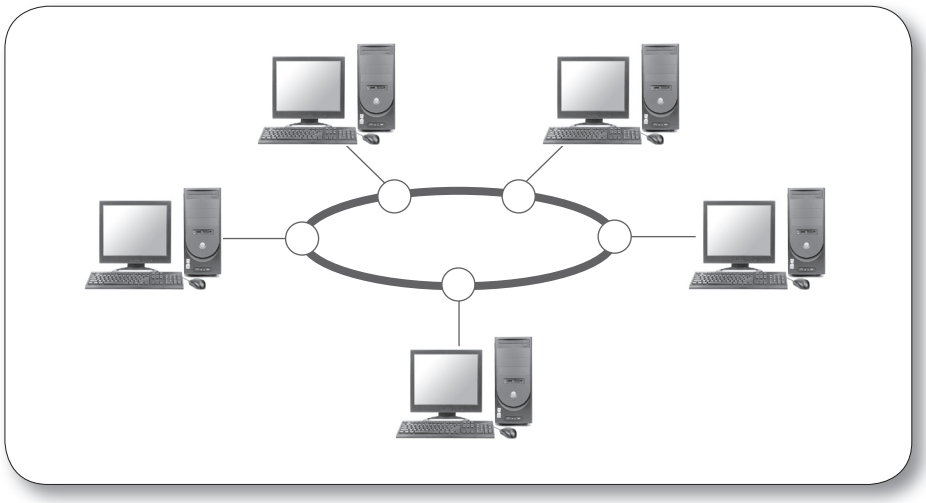


Figura 9.6
Topología anillo

c) Estrella distribuida

En esta topología (ver **Figura 9.7**), las computadoras se encuentran conectadas a cajas de conexión denominadas concentradores (*hub*). Al nodo central (servidor) se conecta un concentrador raíz y de allí parten múltiples cables para conectar los concentradores intermedios que, a su vez, pueden conectar computadoras u otros dispositivos, o también nuevos concentradores intermedios. Los paquetes recibidos son transmitidos a través de todos los cables conectados al concentrador. Si bien la topología física es muy diferente a la bus, desde el punto de vista lógico puede funcionar de forma equivalente (topología lógica). También puede ser usada lógicamente como una topología anillo. Como veremos en el siguiente punto, con la utilización de conmutadores (*switch*) en lugar de concentradores, puede mejorarse mucho el rendimiento de la red. También se pueden usar distintas combinaciones de concentradores y conmutadores, incluso de diferentes velocidades, a fin de lograr la mayor eficiencia práctica de la red. El uso de concentradores y conmutadores permite una mayor distancia de conexión y una reconfiguración de la red más dinámica.

Si un segmento del medio de transmisión se daña, sólo queda inhabilitada la rama correspondiente, pero la red puede seguir operando.

Por su practicidad, es la topología más utilizada para las redes locales (LAN).

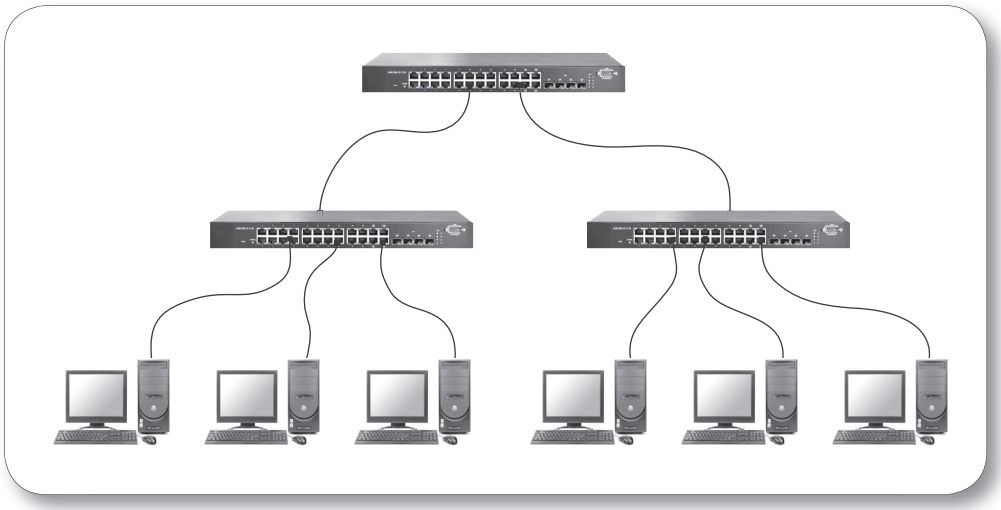


Figura 9.7
Topología estrella distribuida

9.3.2 Hardware de conexión

Existen distintos elementos de hardware que, junto con los medios de transmisión, permiten conectar en red las distintas computadoras y componentes.

Para poder conectarse, cada computadora o componente debe tener una tarjeta de interfase de red (o NIC, del inglés *Network Interfase Card*). Esta tarjeta se conecta a un cable o a una antena inalámbrica. Determinan la velocidad máxima a la que puede recibir o transmitir la computadora o dispositivo. Por ejemplo, cuando se indica 10/100 Mbps, quiere decir que puede trabajar a 10 Mbps y hasta el máximo de 100 Mbps.

Como hemos visto en el punto anterior, la conexión continúa con un concentrador (*hub*) o con un conmutador (*switch*), o con un ruteador o encaminador (*router*), o con un puente (*bridge*). Los concentradores y conmutadores se utilizan dentro de una red local, mientras que los puentes y ruteadores sirven para conectarse con otras redes.

Un concentrador (*hub*) permite que varias computadoras se conecten y que del otro lado haya un solo cable para continuar la conexión. Si bien es propio de una topología física de estrella, desde el punto de vista lógico puede funcionar como si fuera una topología bus. Como hemos visto, un concentrador raíz se conecta al servidor y de allí parten múltiples cables para conectar los concentradores intermedios, que a su vez, pueden conectar computadoras u otros dispositivos, o también nuevos concentradores intermedios. Los paquetes recibidos son transmitidos a través de todos los cables conectados al concentrador.

Un conmutador (*switch*) es similar a un concentrador, pero "inteligente". Una transmisión que pasa por un concentrador se transmite a todos los componentes conectados. En cambio, cuando una comunicación se dirige a un conmutador, sólo se transmite, según su destino, al lado, y, destino correspondiente, del conmutador. Por lo tanto, la parte desocupada de la red puede estar manejando otros paquetes, mejorando el rendimiento de la misma. El cambio de concentradores por conmutadores no requiere ningún cambio de software ni de hardware.

Un puente (*bridge*) permite conectar dos o más redes locales que utilizan el mismo protocolo. Los paquetes dirigidos a la otra red son pasados hacia la misma.

Un ruteador (*router*) puede interconectar también redes de protocolos diferentes y dirige los paquetes en dirección a su destino. Conservan direcciones de red (IP) que identifican cada computadora o servidor en internet. Un ruteador se puede utilizar como si fuera un conmutador, al dividir una red grande en subredes; sin embargo, para redes grandes de alta velocidad es preferible utilizar conmutadores avanzados para formar la red troncal, y luego utilizar conmutadores comunes en las ramas. Hay dos tipos de ruteadores: los cableados (muy parecidos a un conmutador o *switch,* pero con un puerto WAN donde se conecta la otra red que se desea incorporar, como por ejemplo, internet) y los inalámbricos (que también pueden tener puertos cableados) que, además, tienen antenas simples para la conexión inalámbrica.

Un repetidor sirve para retransmitir las señales, de tal manera de poder conectar a una distancia mayor a la que permite un medio de transmisión.

Otro hardware ampliamente conocido es el módem (abreviatura de modulador/demodulador). Antes de la banda ancha, las conexiones de internet se realizaban utilizando las líneas telefónicas convencionales y el módem (en cada extremo) se encargaba de modular la señal digital en la señal analógica de la línea telefónica y en el otro extremo, demodular la señal analógica para volverla a señal digital. Los módem alcanzaban una velocidad de 64 Kbps. Para lograr las velocidades actuales, se utilizan componentes digitales (tanto para una conexión por cable como para una telefónica ADSL), aunque se sigue llamando módem a estos dispositivos.

En la **Figura 9.8** se puede ver una típica red hogareña y su conexión a internet.

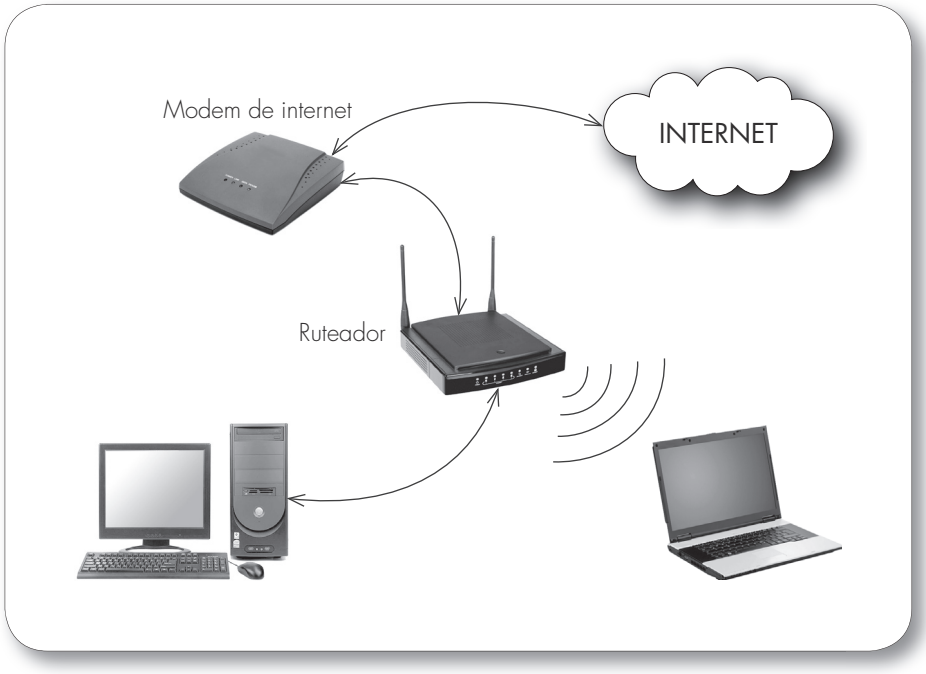


Figura 9.8
Red y conexión a internet hogareña

9.3.3 Técnicas de conmutación

Salvo cuando la transmisión se realiza punto a punto, por ejemplo a través de un cable físico directo, las comunicaciones deben poder encontrar "caminos" que permitan que un mensaje llegue en el menor tiempo posible del emisor al receptor. Para ello, existen las técnicas de conmutación que determinan cómo el mensaje llega a destino.

En la conmutación de circuitos se fija un canal (circuito) que permanece dedicado mientras dure la transmisión. Este circuito dedicado se forma a través de enlaces físicos entre distintos nodos que completan el camino emisor-receptor. Una vez que emisor y receptor se comunican, se envía el mensaje. Las comunicaciones telefónicas comunes son un ejemplo de la conmutación de circuitos. Una vez establecido el circuito se pueden enviar voz y datos indistintamente, aunque los dispositivos de comunicación en ambos extremos deben ser compatibles. Es la mejor alternativa cuando es indispensable que no haya demoras (como en el caso de una conversación de voz o para procesamiento en tiempo real).

La conmutación de paquetes se caracteriza porque un mensaje es dividido en paquetes (de tamaño fijo), que es un conjunto de bits que se transmiten como una unidad, sin necesidad de un camino predeterminado y dedicado. Cada paquete incluye, además de los datos, información del emisor, del receptor y del control de errores (para asegurar la integridad de los datos). Seguramente, los paquetes pasarán por nodos intermedios que transferirán el paquete hasta que éste llegue a destino, siguiendo alguno de los caminos alternativos posibles. Al llegar al receptor, los distintos paquetes se reunirán, conformando el mensaje total enviado por el emisor. Cada paquete puede seguir caminos diferentes y las velocidades de envío y recepción pueden ser distintas. Además, las rutas pueden ser compartidas, ya que los paquetes indican la identificación del emisor y del receptor. Por sus características, puede generar pausas en las comunicaciones de voz. Sin embargo, la importante mejora en las velocidades de las conexiones permite que también se puedan realizar satisfactoriamente comunicaciones de voz, como, por ejemplo, la telefonía de voz sobre IP (VoIP). Otro ejemplo similar es Skype.

Para las WAN, existe un método de conmutación de paquetes, denominado retransmisión de tramas (*frame relay*), cuya principal diferencia es que los paquetes (tramas) son de tamaño variable. Al ser los paquetes de tamaño variable, se transmiten menos paquetes (aunque más grandes) y, consecuentemente, menos información de control, por lo que la utilización de las líneas de comunicación es más eficiente. Además, considerando las mayores velocidades de los medios de transmisión usados y la menor tasa de errores, se reduce la información redundante de cada paquete, que tenía como finalidad detectar y/o corregir dichos errores.

El modo de transferencia asíncrono (ATM) puede considerarse una evolución de todos los anteriores, ya que permite múltiples canales virtuales (en lugar del único de la conmutación de circuitos) y la utilización de paquetes de largo fijo, ofreciendo un canal de velocidad de transmisión constante, aunque utilizando la técnica de conmutación de paquetes.

9.4 PROTOCOLOS

Como ya habíamos visto, un "protocolo" (o estándar) es un conjunto de reglas (compartidas por el emisor y el receptor) que permiten que el intercambio de datos pueda ser realizado. Existen diferentes tipos de protocolos; algunos son alternativos unos de otros, pero también existen categorías que se aplican a temas diferentes. Hay protocolos de red, protocolos para la comunicación inalámbrica, protocolos de acceso al medio de transmisión, protocolos de transferencia de archivos (FTP), protocolos de internet, protocolos de transferencia de correo electrónico, etcétera. La arquitectura de protocolos está relacionada con los modelos de referencia (OSI, IEEE 802) que definen diferentes capas desde la aplicación hasta la capa física relacionada con el medio de transmisión, pero que están fuera del alcance de este libro.

Vamos a ver algunos de los protocolos más comúnmente utilizados.

9.4.1 IEEE 802.3 (*Ethernet*)

Es el protocolo que se utiliza habitualmente en las redes locales para topología bus. IEEE corresponde al Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos que ha establecido muchos protocolos. Se utilizan cables coaxiales o par trenzado UTP. Hay diferentes variantes para las velocidades máximas que soportan (de 10 Mbps hasta 10 Gbps). Entre las más utilizadas, podemos mencionar 10BASE-T para 10 Mbps, 100BASE-TX para 100 Mbps (Fast Ethernet), 1000BASE-T para 1 Gbps (Gigabit Ethernet) y variantes de 10GBASE para 10 Gbps (requiere fibra óptica).

Con este protocolo se producen colisiones, ya que varios emisores pueden estar transmitiendo al mismo tiempo. Este problema se soluciona con el protocolo de acceso al medio de transmisión CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection* o acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones) que permite solucionar las colisiones. El emisor verifica que el medio esté libre y efectúa la transmisión. Si dos emisores envían al mismo tiempo, se produce una colisión. Ambos emisores la detectan y con intervalos aleatorios de tiempo, vuelven a ver si el medio está libre y retransmiten. Como cada nodo intenta transmitir toda vez que tenga un paquete para enviar, un nodo con muchos datos a transmitir puede usar significativamente el bus, en detrimento de los demás nodos. Este método es muy eficiente para una carga baja o moderada de tráfico, pero al aumentar significativamente el tráfico, el rendimiento se degrada por las colisiones, por lo que puede no resultar muy eficiente para comunicaciones de voz o de transferencia de archivos grandes. Para velocidades de 1 Gbps y 10 Gbps, se puede utilizar una técnica de conmutación en lugar del CSMA/CD.

9.4.2 IEEE 802.5

Para la topología anillo (*token ring*), se utiliza con el protocolo de acceso al medio de transmisión denominado *token passing* (o rotación circular o paso de testigo). El denominado testigo (*token*) circula por los nodos. Si un nodo recibe el testigo y tiene un paquete a transmitir, absorbe el testigo y lo cambia por el paquete. El paquete circula por el anillo, es tomado por el nodo destino, aunque continúa circulando por el anillo, hasta que el nodo emisor lo detecta, lo elimina y, en su lugar, vuelve a poner en circulación al testigo. No es muy eficiente para una baja carga de tráfico, ya que el nodo debe esperar al testigo para transmitir, pero cuando la carga es elevada funciona eficientemente y en forma equitativa para los nodos. Si la topología física es estrella distribuida, pero funciona lógicamente como anillo, se puede utilizar el protocolo de acceso al medio de transmisión DTR (del inglés *Dedicated Token Ring*). Por sus características, en este caso, no se producen colisiones.

9.4.3 TCP/IP

Las comunicaciones por internet se realizan utilizando este protocolo de transmisión/protocolo de internet (TCP/IP).

Existen computadoras que constituyen la estructura central de internet que se denominan anfitriones (*host*), normalmente conectados entre sí por medios de transmisión de altísima velocidad. Los datos que circulan por internet se transmiten por algunos de los caminos posibles que unen esas computadoras. Para que los datos puedan llegar del emisor al receptor, se necesita una identificación que permita llevarlos hacia su destino. Esa identificación se denomina dirección IP; que es un número de doce dígitos (4 bytes = 32 bits) que está separada por puntos, en cuatro grupos de hasta tres dígitos cada uno (máximo de 255 para cada grupo), por ejemplo, 192.168.1.100. De esta manera se identifican las computadoras para internet. Cualquier sitio Web tiene una dirección IP, aunque es más fácil recordar los nombres que esos números. Sin embargo, como se deben usar esas direcciones para la identificación, existen tablas que asocian cualquier nombre registrado con su dirección IP; esta resolución se realiza a través del sistema de nombres de dominio o DNS (del inglés *Domain Name System*). En distintos servidores de los proveedores de internet y otras entidades, se conservan estas tablas DNS.

Con la cantidad de computadoras y dispositivos que se conectan a internet en el mundo, parecería que doce dígitos no alcanzan para identificar a cada una (con la versión IPv4 actual se podrían definir 2 elevado a 32, es decir, aproximadamente 4 mil millones de direcciones diferentes). Efectivamente, por un lado se está trabajando en la implementación del denominado IPv6, que con direcciones de 128 bits, amplía enormemente la capacidad actual, ya que a comienzos de 2011, el stock central de direcciones IPv4 entregó las últimas disponibles. Pero, por otro lado, no es necesario que todas las computadoras tengan una dirección IP establecida. Si usamos nuestra computadora para acceder a páginas de internet y mandar y recibir correo electrónico provisto por el proveedor de internet, o a través de cuentas de tipo Gmail, Hotmail o Yahoo, no necesitamos una identificación fija; basta con una identificación provisoria mientras estemos conectados, para que podamos trabajar sin inconvenientes. Este tipo de dirección provisoria se llama dirección IP dinámica. La asigna el servidor al cual nos conectamos y dura mientras estemos conectados (DHCP, del inglés *Dynamic Host Configuration Protocol*). Si nos conectamos a internet utilizando un ruteador y un módem, sólo tendremos una única dirección IP para toda la red, que se conserva en el ruteador; el ruteador asigna direcciones IP locales para poder identificar cada computadora conectada, pero para internet hay sólo una dirección IP, asociada al ruteador. Ahora bien, si la organización desea tener una Web y/o un servidor de correo electrónico en sus propios equipos, una dirección IP dinámica imposibilitaría que cualquier computadora

accediese a su página Web o enviara mensajes de correo para ese dominio, ya que no encontraría el servidor correspondiente. Para estos casos, se requiere necesariamente una dirección IP estática o fija. Las direcciones IP fijas son asignadas por el proveedor de internet y los nombres de dominio se registran en el organismo correspondiente, y pasan a integrar parte del DNS. En la Argentina, los nombres de dominio se registran en NIC Argentina, dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto.

9.4.4 Protocolos Inalámbricos

Con diferentes frecuencias, todos los protocolos inalámbricos se basan en ondas de radio.

a) IEEE 802.11 WiFi

Es una familia de protocolos que se utilizan para la transmisión que conocemos como WiFi (del inglés *Wireless Fidelity*). Las diferentes variantes se identifican con una letra al final que indica la velocidad máxima. Por ejemplo IEEE 802.11b para una velocidad de 11 Mbps, IEEE 802.11g para velocidades de hasta 54 Mbps, y en 2009 se aprobó el IEEE 802.11n, con velocidades de hasta 300 Mbps. Como tienen compatibilidad hacia atrás, admiten trabajar con los protocolos de menor velocidad. La distancia máxima es de alrededor de 100 metros y usan frecuencias del intervalo 2.4-2.5 GHz (son frecuencias no reguladas), por lo que pueden presentar interferencias de hornos a microondas o teléfonos inalámbricos. Los dispositivos se conectan a un punto de acceso (*Access Point* o AP), o a un ruteador (*router*) que esté conectado a la red local y/o internet.

Como ya hemos visto, un ruteador permite conectar dos redes diferentes entre si; por ejemplo, nuestra red local e internet. En cambio, un punto de acceso (AP o WAP del inglés *Wireless Access Point*) es simplemente una extensión de la red, a los efectos de poder conectar dispositivos inalámbricos entre si y a equipos cableados de la misma red.

Simplifica mucho las cuestiones de cableado, pero, dada la distancia posible de conexión, resulta indispensable buscar algún esquema de seguridad (cualquier dispositivo que esté en el rango de la red inalámbrica puede conectarse). Se puede utilizar password y el cifrado que codifica los mensajes, con claves que sólo manejan el emisor y el receptor. Este tipo de comunicación inalámbrica es muy usada en los hogares, en aeropuertos, restaurantes, bares, hoteles, shoppings y otros lugares públicos.

b) IEEE 802.15 Bluetooth

Para las comunicaciones vía Bluetooth, como por ejemplo la de teléfonos celulares, *mouse*, o teclado, se utiliza este protocolo que tiene un alcance mucho más limitado (aproximadamente 10 metros) y una menor velocidad (1 Mbps).

c) IEEE 802.16 WiMax

Es un protocolo que puede abarcar hasta 100 kilómetros, con velocidades de hasta 100 Mbps. Opera con frecuencias entre 2 y 11 GHz, que requieren autorización. Por sus características, está destinado para cubrir grandes áreas geográficas, dando acceso a internet a una población. La conexión se realiza utilizando un ruteador que se conecta a una antena WiMax.

La **Tabla 9.1** resume las características de los distintos tipos de conexión.

Tabla 9.1 | Características de conexión

Tipo de conexión	Velocidad	Medio	Distancia de segmentos	Método de acceso	Protocolo
Ethernet	10 Mbps	Coaxial, UTP	100 m	CSMA/CD	IEEE 802.3
Fast Ethernet	100 Mbps	UTP, Fibra Óptica	100 m	CSMA/CD	IEEE 802.3
Gigabit Ethernet	1 Gbps, 10 Gbps	UTP, Fibra Óptica	100 m a 40 km	CSMA/CD o Conmutado	IEEE 802.3
Token Ring	4 Mbps a 1 Gbps	UTP, Fibra Óptica	100 m a 10 km	TP o DTR	IEEE 802.5
WiFi	1 a 300 Gbps	Microondas 2.4-2.5 GHz	100 m	CSMA	IEEE 802.11
Bluetooth	1 Mbps	Microondas 2.4-2.5 GHz	10 m	CSMA	IEEE 802.11

9.5 CONEXIÓN A INTERNET

Existen diferentes posibilidades para que las organizaciones y los hogares se conecten a internet. Como ya hemos mencionado, el módem, utilizando una línea telefónica común, fue la forma inicial, aunque por su baja velocidad ya está en desuso. Los proveedores de internet (ISP o *Internet Service Provider*) comenzaron a ofrecer servicios de crecientes velocidades (banda ancha), a través del cable que se utilizaba para la televisión por cable o de las líneas telefónicas comunes. En cualquier caso debemos recordar que cuando hablamos de velocidades, hay que diferenciar la velocidad de recepción (de bajada o *downstream*) y la velocidad de transmisión (de subida o *upstream*). La velocidad de recepción es normalmente bastante más alta que la de transmisión.

Nos conectamos a un proveedor de internet, a través de algún cable que se conecta a un módem de banda ancha. Si debemos conectar una única computadora de escritorio, la conexión se realiza con la placa de red o a un puerto USB de la computadora, según el caso. Si queremos conectar en forma inalámbrica, se puede utilizar un módem WiFi; otra alternativa, si el módem no es WiFi, es conectar el módem a un router WiFi. Para las organizaciones que necesiten conexiones y servicios más complejos, el módem podrá ser conectado a un servidor local de internet.

Cuando se utiliza el cable, es físicamente el mismo que nos permite disfrutar de la televisión, pero en determinado momento, el cable se bifurca (a través de unos dispositivos de 1 entrada y varias salidas) y las distintas ramas conectan televisores y el módem de internet (cablemodem). El cablemodem se puede conectar a un ruteador (*router*), o a un servidor de internet (el cablemodem puede ser WiFi). Todos los datos y el contenido de la televisión se transmiten por los mismos cables. Por este motivo, la velocidad efectiva se reduce en los horarios *peak* y a medida que van creciendo los usuarios conectados.

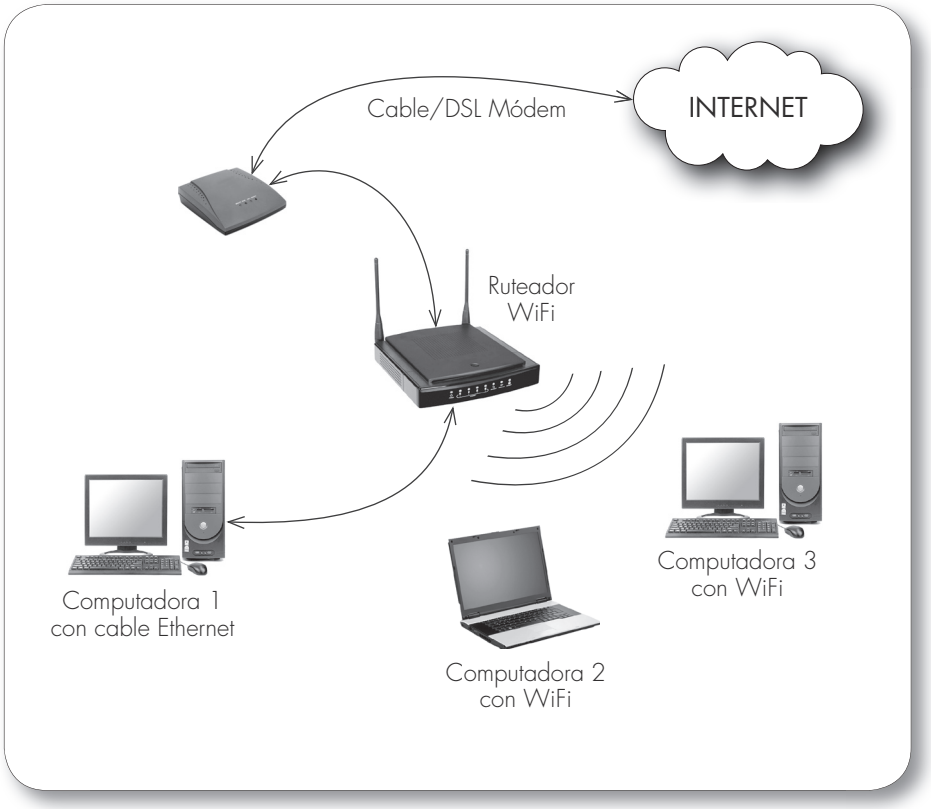
Al usar la línea telefónica común, en la misma línea también se transmiten las comunicaciones telefónicas y los datos. Estos se transmiten de forma digital, lo que permite alcanzar velocidades mucho más altas que cuando había que transformar los datos a formato analógico. Esta modalidad se denomina DSL o línea de suscriptor digital y puede ser simétrica o asimétrica. La asimétrica (ADSL) es la más habitual y como hemos dicho, la velocidad de recepción es más alta que la de transmisión. El cable telefónico debe conectarse a un módem ADSL (que también puede ser WiFi) y en las conexiones telefónicas debe colocarse un filtro para evitar el ruido.

Existen otras posibilidades de conexión para contemplar otras necesidades tanto en la velocidad como derivadas de ambientes rurales o poco poblados. El satélite, fibra óptica, líneas telefónicas punto a punto, conexiones inalámbricas e, incluso, las líneas eléctricas (BPL), permiten resolver situaciones especiales cuando el cable o la línea telefónica no pueden cubrirlas.

En la **Figura 9.9** se puede ver un ejemplo de conexión hogareña a internet.

Figura 9.9

Ejemplo de conexión hogareña



CAPÍTULO 10

RECURSOS DE **DATOS**

En el ámbito de una organización, toda la tecnología descrita en los tres capítulos anteriores sólo tiene sentido si permite lograr una mayor rentabilidad, dar mejores servicios a los clientes, hacer más eficientes los procesos de negocios, permitir nuevas operaciones, etcétera. Para ello, nos falta el último elemento esencial en un contexto organizacional y que se refiere al almacenamiento y recupero de datos, y la obtención de información.

En este capítulo veremos las características generales del manejo de los recursos de datos y los conceptos de procesamiento transaccional e inteligencia de negocios, cómo las organizaciones manejan sus datos y obtienen información.

10.1 CONCEPTOS

El procesamiento transaccional, también denominado OLTP (del inglés *On Line Transactional Processing*), se refiere a lo vinculado al procesamiento de las operaciones corrientes. En el Capítulo 4 hemos visto sus principales características, vinculado con el nivel operativo. En cuanto a la administración, genera nuevos datos que deben ser organizados y almacenados (como, por ejemplo, nuevas facturas de venta), también modificaciones a datos existentes (como, por ejemplo, el cambio de datos legales y/o impositivos de un cliente) y, ocasionalmente, eliminaciones (como, por ejemplo, alguna operación errónea, aunque una buena práctica de control interno es que las anulaciones o eliminaciones o modificaciones de operaciones se realicen a través de nuevas transacciones como podría ser una nota de crédito).

Desde hace muchas décadas existen los sistemas de administración de bases de datos, pero mucho más recientemente se hicieron accesibles a las pequeñas y medianas empresas. Antes de su utilización, la organización y administración de datos se realizaba con lo que se pasó a denominar el contexto tradicional de archivos. En este caso, cada entidad (persona, objeto, transacción o evento) constituía un archivo lógico distinto (por

ejemplo, archivo lógico de clientes o de artículos o de movimientos de stock). El archivo tenía diferentes registros lógicos (en nuestro ejemplo cada registro tenía los datos de un cliente); todos los registros lógicos tenían normalmente el mismo diseño (datos y longitudes de cada uno de ellos) y todos los datos de cada registro lógico estaban juntos físicamente en el medio de almacenamiento. Frecuentemente varios registros lógicos formaban un registro físico que era la unidad que se manejaba para la lectura o grabación física del medio de almacenamiento, como ya hemos visto en el Capítulo 8. Cada registro lógico tenía un conjunto de datos denominados habitualmente campos (por ejemplo, nombre del cliente, domicilio legal, domicilio de entrega, teléfonos, etcétera). Cada dato o campo tenía una longitud en bytes determinada y si no había dato real, se dejaba en blanco o en ceros, pero ocupando lugar físico tanto en la memoria como en el medio de almacenamiento. Los datos podían ser de distinto tipo, pero básicamente había datos alfanuméricos conformados por letras y/o números y datos numéricos. Según la organización de archivo elegida, esos archivos lógicos podían ser utilizados de distintas formas y podían plantear distintas restricciones al procesamiento de las transacciones. Como veremos en el Punto 10.4, el uso de archivos tradicionales generaba distintos inconvenientes.

Los sistemas de administración de bases de datos (SABD) solucionaron casi totalmente los problemas que generaban los archivos tradicionales. Simplificadamente, una base de datos es físicamente un archivo (puede ser más de uno) que contiene muchos archivos lógicos y que se denominan tablas. Cada tabla tiene las características básicas de un archivo lógico tradicional, es decir, que está compuesto de registros lógicos y cada registro lógico tiene distintos campos o atributos. En el Punto 10.5 analizaremos todas sus características.

En el Capítulo 5 también se introdujo inteligencia de negocios (o BI, del inglés *Business Intelligence*). Es un conjunto de esquemas de procesamiento que veremos más detalladamente en el Punto 10.6. Se relaciona muy directamente con los niveles táctico y estratégico de una organización, aunque, en menor proporción, también se vincula con el nivel operativo. La característica básica de este tipo de procesamiento es el análisis de grandes cantidades de datos previamente almacenados, es decir, principalmente recuperación resumida y agrupada.

10.2 MODELADO DE DATOS

Los datos que manejan los sistemas de información, no sólo son importantes para llevar a cabo las operaciones cotidianas, sino también pensando en un procesamiento ulterior que permita a la organización obtener valiosa información para la toma de decisiones. Por ejemplo, para las operaciones corrientes podemos ignorar el tipo de cliente, el canal por donde se realizó una venta o como un nuevo cliente conoció a la empresa; sin embargo, seguramente esos datos pueden ser fundamentales para un análisis de marketing.

Cuando diseñamos un sistema de información es entonces primordial tener en cuenta los datos que debemos manejar y almacenar. No obstante, al empezar el análisis de los datos es difícil que podamos llegar al nivel de detalle final. A los efectos de ir refinando el análisis de datos a medida que se avanza en el diseño del sistema de información, recurrimos al modelado de datos que permite ir definiendo una representación que formaliza y que vincula la realidad con nuestro diseño.

Si consideramos el nivel de abstracción, podemos clasificar los modelos de datos en:

- *Modelo de datos conceptual:* un modelo conceptual (alto nivel) permite identificar, globalmente, las entidades de datos (por ejemplo clientes, proveedores, empleados, etcétera), sus principales campos o atributos, sus interrelaciones y las restricciones de integridad. Por su característica conceptual, no depende de la

implementación real, ya sea que se usen archivos tradicionales o bases de datos. Es el más cercano a como un usuario percibiría la estructura de datos. Es muy útil durante el análisis y diseño de un problema dado. Como veremos más detalladamente en el siguiente punto, la herramienta de uso más generalizada es el diagrama de entidad-relación (DER).

- *Modelo de datos lógico:* el modelo lógico (también denominado modelo de implementación) incorpora las operaciones. Si bien son entendibles por los usuarios finales, están relacionados con la implementación en algún sistema de administración de base de datos. No es dependiente de un SABD en particular, pero sí del modelo que utilice el SABD. Por ejemplo, podemos mencionar el modelo relacional, jerárquico, de red y orientado a objetos.
- *Modelo de datos físico:* se refiere a la implementación física de las estructuras de datos a bajo nivel, como se almacenan en el medio de almacenamiento y a los métodos de acceso a los datos, por lo que tiene una alta dependencia del SABD a utilizar.

En la definición y relación de los datos hay restricciones de integridad de los mismos. Las restricciones pueden ser de contenido o dominio (se definen los valores válidos que puede tomar el contenido de un atributo, por ejemplo, el dato sexo puede tomar valores M o F, indicando masculino o femenino), de restricciones entre campos (valores válidos pero en relación a otros campos, por ejemplo, que para aceptar la licencia por maternidad, el sexo debe ser F –femenino–) o de relaciones, también denominadas de integridad referencial (por ejemplo, no puede eliminarse un artículo de la tabla respectiva, si hay movimientos que referencian ese artículo en alguna otra tabla; estas restricciones se aplican u operan de determinada manera, cuando se hacen inserciones, modificaciones y eliminaciones de registros en una base de datos).

10.3 HERRAMIENTAS DE MODELADO DE DATOS

Dentro de las herramientas para trabajar el modelado de datos, el diagrama de entidad-relación (DER) es la de uso más difundido.

La **Figura 10.1** grafica las entidades representadas por cuadrados y las relaciones entre ellas, representadas por líneas. Dentro de los cuadrados, se identifican los atributos de la entidad, encabezados por el o los atributos que se denominan clave principal o primaria y que permiten diferenciar los distintos registros de la entidad, de tal manera que no haya una posible duplicación de clave principal entre dos o más registros de la entidad (tabla). Por ejemplo, si en la entidad empleado –que tiene como atributos el número de documento de identidad, el apellido y nombre, el domicilio, el salario, etcétera– utilizamos como clave principal el apellido y nombre, podría darse la posibilidad que dos personas tuvieran el mismo apellido y nombre; pero sería imposible que dos personas tuvieran el mismo número de documento de identidad, por lo que la clave principal debería ser este último atributo.

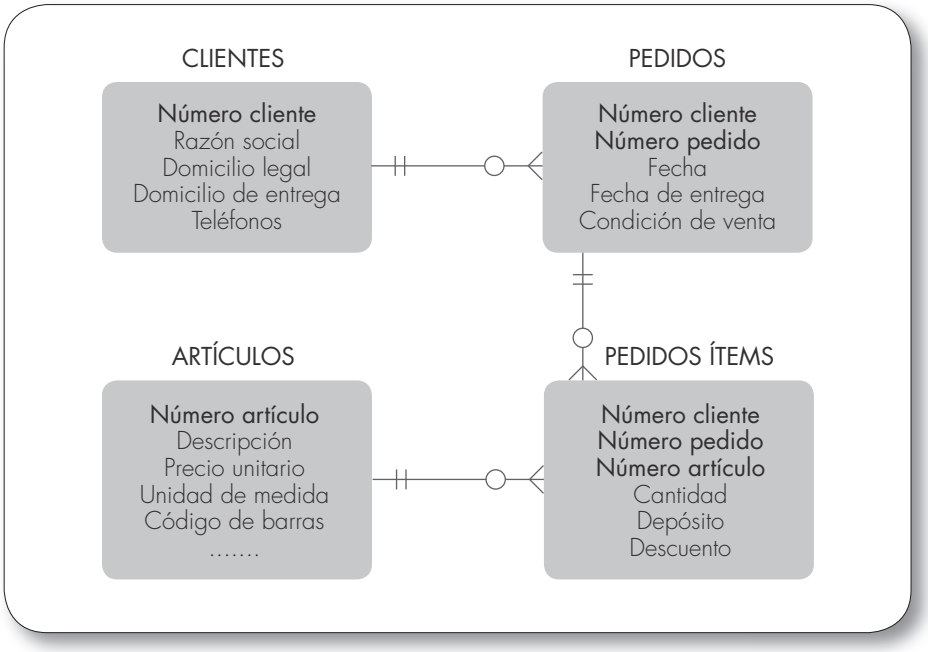
Terminando la línea en la entidad, unas marcas de cada lado de la línea de unión indican cómo es la relación entre estas dos entidades (cardinalidad). Por ejemplo, un cliente puede tener 0, 1 o más facturas o notas de venta. Un pedido tiene un cliente, pero puede tener 0,1 o varios artículos.

En el siguiente ejemplo, un cliente puede no tener ningún pedido (símbolo círculo) o tener uno o más de uno (símbolo pata de gallo), pero un pedido necesariamente debe tener un cliente y sólo uno. De igual manera, un artículo puede no tener ningún pedido o tener uno o más de uno (en distintos pedidos), pero un artículo pedido tiene un artículo. Finalmente, un pedido debe tener uno o más artículos. Una simple línea cruzada indica una relación uno a uno. Estos símbolos pueden combinarse para representar las

relaciones entre dos entidades. De cada lado se indica la mínima y la máxima cantidad de repeticiones que puede tener la relación del lado de la entidad respectiva, por lo que vamos a tener dos símbolos en cada extremo de la línea.

Figura 10.1

Ejemplo de diagrama de entidad-relación



En el libro de Ernesto Chinkes, *Modelado de Sistemas de Información*, puede verse este tema con más detalle y ejemplos.

10.4 ARCHIVOS TRADICIONALES

Antes de la aparición de los sistemas de administración de bases de datos (SABD o DBMS del inglés *Data Base Management System*), las características del manejo de datos eran muy distintas. Para diferenciarlo genéricamente se denominó método de archivos tradicionales.

Una diferencia sustancial era que cada archivo lógico contenía datos de una única entidad. Había archivos maestros de artículos, clientes, proveedores, empleados, cuentas contables, etcétera y archivos de movimientos o transacciones como los de cuentas corrientes, asientos, liquidaciones, etcétera. Pero cada uno tenía datos sólo de una de esas entidades. Un registro lógico contenía todos los datos de un cliente, por ejemplo. Para mejorar el rendimiento de la computadora, los registros lógicos se podían agrupar en registros físicos (normalmente un registro físico podía contener varios registros lógicos que se leían o grababan como una unidad).

Si bien aparecieron algunos utilitarios que permitían evitar el desarrollo de un programa para algunas funciones simples de manipulación o informe, el proceso de actualización y manejo de datos se realizaba con programas ad hoc. Además, los programas tenían que definir internamente todos los detalles del archivo lógico, como la longitud total del registro lógico, el diseño de cada uno (datos que componen cada registro lógico), cantidad de registros lógicos por registro físico, etcétera.

Si se deseaba modificar el diseño de un archivo lógico, necesariamente implicaba que había que modificar la parte pertinente de todos los programas que usaran ese archivo lógico, aunque sólo lo usara para leer algún dato (como, por ejemplo, el nombre del artículo).

Por este motivo, frecuentemente, distintos equipos de desarrollo definían sus "propios" archivos lógicos para la aplicación sobre la que trabajaban, sin considerar si ya había archivos lógicos definidos para una determinada entidad y, en consecuencia, podían encontrarse archivos de clientes distintos para una aplicación de ventas y para otra aplicación de garantías o servicio posventa. De igual manera, se definían distintos archivos de artículos para aplicaciones de facturación y producción. Lo peor del caso es que, generalmente, las codificaciones de clientes y artículos u otros datos como, por ejemplo, el código de presentación (unitario, por docena, etcétera) o el depósito, no coincidían en los distintos archivos, por lo que, además, era imposible consolidar datos referentes a un artículo o cliente, por ejemplo. En la **Figura 10.2** se puede ver gráficamente cuatro aplicaciones (por ejemplo, producción, ventas, compras y contabilidad), cada una con sus diferentes programas y con sus propios archivos; en el caso de las tres primeras aplicaciones, cada una con su propio archivo de artículos, por ejemplo.

Adicionalmente, si, por ejemplo, un cliente cambiaba su domicilio, se requería que se actualizaran más de un archivo; habitualmente uno quedaba actualizado y otro no.

No hay razones técnicas que implicaran que necesariamente debía ocurrir todo esto, pero las características del proceso de desarrollo de aquella época, la falta de uso de la reutilización, la forma de trabajo en equipos, los tiempos y herramientas de desarrollo, hacían que, en la práctica, todos estos problemas fueran moneda corriente.

Resumiendo, en un entorno tradicional de archivos, los principales problemas que aparecen son: a) la alta dependencia entre programas y datos (que dificulta desarrollo y mantenimiento), b) la poca flexibilidad resultante, c) la alta dificultad para compartir datos entre aplicaciones y su consecuente baja integración, d) la redundancia con la consiguiente alta posibilidad de inconsistencia de los datos redundantes y e) una escasa seguridad en el acceso, exhibición y administración de los datos.

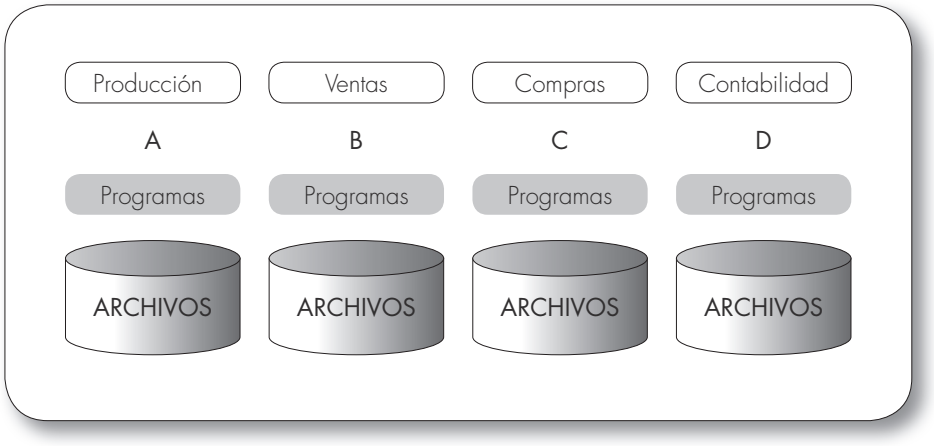


Figura 10.2
Entorno tradicional de archivos

10.4.1 Tipos

Según las características de la organización y del diseño del software, puede haber mucha cantidad de archivos lógicos con datos muy diversos. Sin embargo, casi la totalidad de los archivos pueden ser clasificados en archivos maestros o archivos de transacciones.

Un archivo maestro es una colección de datos referidos a una entidad, por ejemplo, en una empresa tendremos archivos maestros de artículos, clientes, vendedores, proveedores, cuentas contables, empleados, etcétera. Por ejemplo, el archivo de clientes tendrá por cada uno el número de cliente, el nombre, el domicilio legal, el domicilio de entregas, los números y datos impositivos, etcétera. Incluso podemos tener otros

archivos asociados; si conservamos las cuentas de correo electrónico a quien debemos enviar las comunicaciones generales, las facturas, los resúmenes de cuenta, etcétera, por un mejor diseño seguramente tendremos un archivo aparte con el número de cliente, el tipo de cuenta de correo y la cuenta de correo electrónico. Lo mismo puede ocurrir con las diferentes listas de precio de los artículos o con la composición de un producto terminado.

En cambio, los archivos de transacciones o movimientos conservan las distintas transacciones o movimientos que se refieren o realizan las distintas entidades. Por ejemplo, el archivo de cuenta corriente tendrá las facturas, notas de débito, notas de crédito y cobranzas o pagos de los clientes o proveedores; un archivo de movimientos de stock almacenará las entradas y salidas de cada artículo; otro guardará las liquidaciones de sueldo de cada empleado, o los asientos contables.

Por lo general, hay opciones del software que se enfocan al mantenimiento de los archivos maestros, que permiten agregar, modificar y eliminar registros y/o datos. Otras opciones posibilitan la realización de transacciones que son registradas en los archivos correspondientes, como, por ejemplo, facturas, órdenes de compra, órdenes de pago, etcétera. Por lo general, el resto de las opciones del software se referirán a la obtención de informes.

10.4.2 Métodos de organización y acceso

Cualquiera sea la forma en que se organicen los datos, existen dos formas de acceso.

El acceso secuencial implica que los datos se irán accediendo uno a continuación de otro, a los efectos de realizar el procesamiento. Por ejemplo, si queremos obtener un informe de los empleados de la organización, tendremos que ir accediendo a los datos de cada empleado secuencialmente hasta terminar de procesar a todos. Un tema a tener en cuenta es el orden en que se desea obtener el informe, por número de documento, por apellido y nombre, etcétera y si se desea incluir a todos los empleados o sólo a los de un sector o categoría, por ejemplo.

El acceso directo resulta indispensable para la mayoría de las transacciones. Si deseamos facturar un artículo a un cliente que se encuentra delante de la computadora, es difícil imaginar un procesamiento que vaya leyendo los artículos hasta llegar al deseado y luego, leyendo todos los clientes hasta encontrar los datos del indicado. Para ello, es necesario que se puedan obtener los datos necesarios en sólo unos pocos accesos al medio de almacenamiento (por ejemplo, disco magnético).

En el contexto tradicional de archivos existen distintas organizaciones de archivo utilizables para organizar el almacenamiento y recupero de los datos en los archivos lógicos. A su vez, existen variantes de algunas de ellas. Como no es propósito de esta publicación, ahondar en este tema, sólo veremos en forma genérica y global las organizaciones de archivo secuencial, secuencial indexada y directa (o relativa).

En la organización secuencial, los registros lógicos se encuentran uno a continuación del otro, ordenados de acuerdo a uno o más campos denominados clave, por ejemplo, número de cliente. Para llegar a un cliente, hay que pasar por todos los anteriores. Si se busca por número de cliente, sólo habrá que pasar por todos los de número menor, pero si buscamos por nombre, tendremos que pasar por todo el archivo, desde el primero, hasta encontrar el deseado, que podría ser el último. Como vemos, esta organización permite solamente el acceso secuencial. Si queremos agregar o eliminar un cliente, tendremos que generar un nuevo archivo lógico, eliminando o agregando el cliente, de acuerdo al ordenamiento del archivo.

En el caso de la organización secuencial indexada, además de los datos, en el archivo se almacenan índices. Los registros de datos también se guardan ordenados por la clave, pero un registro de índices indica que de tal a tal registro están en tal ubicación

y así sucesivamente. A medida que la cantidad de registros de datos aumenta, un sólo registro de índices no alcanza y se arma un segundo nivel de índices, manteniendo siempre un único registro inicial de índices, que ahora apunta al nivel inferior de índices que apunta a los registros de datos. Si resulta necesario por la cantidad de datos del archivo, se van generando varios niveles de índices. De esta manera, un registro determinado puede ser recuperado con uno o más accesos a índices y luego al registro de datos (por lo menos dos accesos). También, siguiendo el índice de menor nivel, se pueden leer todos los registros secuencialmente. La forma en que se organiza un archivo de este tipo permite fácilmente agregar registros dentro de la secuencia, con unos pocos accesos. Por permitir tanto el acceso secuencial como directo, es una organización muy utilizada y con diferentes variantes de implementación.

En un archivo con organización directa (o relativa), cada posible clave tiene un lugar reservado dentro del archivo. Por ejemplo, el cliente 1 tiene la posición 1, el cliente 10 la posición 10 y así sucesivamente. Si el cliente 2 no existe, la posición 2 está vacía. Para acceder a un cliente determinado, simplemente leemos el registro de igual número, en un sólo acceso directo. Si queremos leer todos los clientes secuencialmente, sencillamente leeremos los registros por número consecutivo, saltando las posiciones vacías. Es la organización de acceso directo más rápido (un sólo acceso), pero tiene varios inconvenientes: 1) la clave debe ser numérica y correlativa, y 2) la cantidad de registros activos debe ser alta en comparación con la cantidad de claves posibles, para no desperdiciar tanto espacio de almacenamiento; por ejemplo, sería inadmisible si tenemos 300 empleados en el archivo de nómina de personal y la clave es el número de documento que puede ser de 00000001 a 99999999 (300 claves activas sobre 99.999.999 posiciones posibles totales). Para solucionar este problema, hay una variante que permite generar una nueva clave numérica acotada por un algoritmo, pero que implica la aparición de sinónimos (claves originales distintas que dan una igual clave transformada) y que impide el acceso secuencial. Sin embargo, dadas las características de una clave original numérica correlativa, el uso de esta organización es muy limitado.

10.5 BASES DE DATOS

Una base de datos (BD o DB del inglés *Data Base*) es una colección de datos almacenados en un formato estandarizado. Físicamente es uno o más archivos pero cuya forma de organizar el contenido de datos no guarda ninguna relación con los esquemas de almacenamiento de los archivos tradicionales.

Un sistema de administración de bases de datos (SABD o DBMS) es un software que posibilita definir una base de datos, guardar los datos, permitir un lenguaje de consulta (SQL), generar informes y crear formularios o pantallas para ingresar datos.

Existen distintos tipos de bases de datos (modelos lógicos), las jerárquicas, de red, relacionales (y multidimensionales) y orientadas a objetos. Actualmente los modelos corrientemente utilizados son los relacionales y los orientados a objetos.

El modelo jerárquico fue el primero y se caracterizaba por implementar una relación de datos de uno a muchos (similar a la representación de relaciones jerárquicas); un nodo padre puede tener muchos nodos hijos, pero no al revés. Las relaciones entre registros se podían ver como un árbol invertido. Consecuentemente, el acceso a los datos también tiene ese sentido jerárquico.

El modelo de red permitió implementar relaciones de datos de muchos con muchos y, por lo tanto, el acceso a los datos puede tener varias trayectorias; un nodo hijo también puede tener varios nodos padres. Todas esas relaciones deben plasmarse en forma física (índices o apuntadores) y, por lo tanto, puede insumir gran cantidad de tiempo y espacio de almacenamiento.

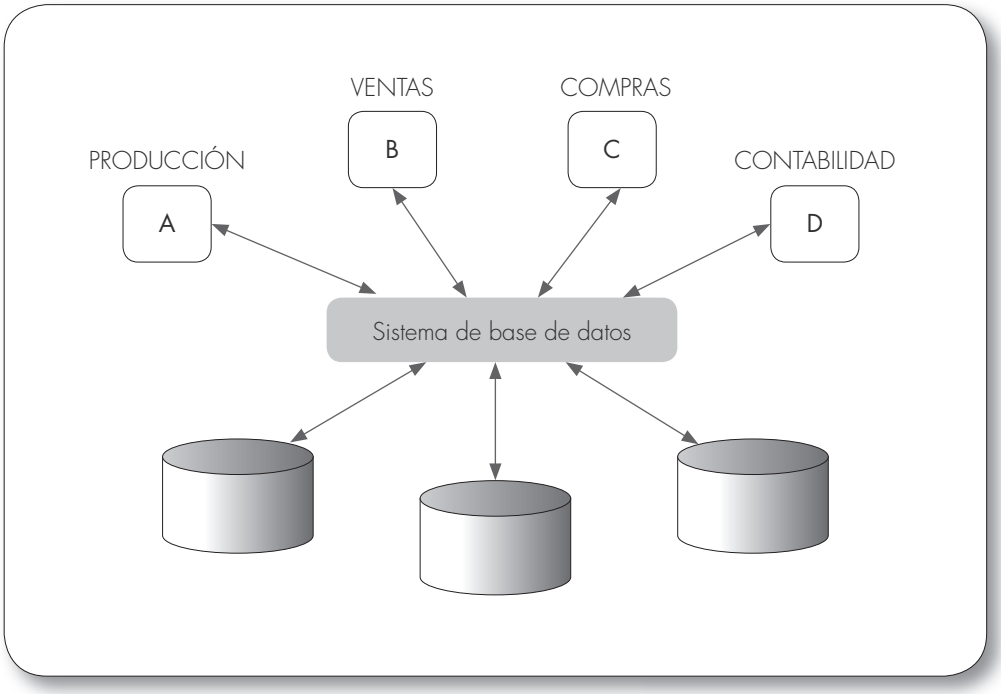
En la década de los años 70, Edgar F. Codd en su trabajo *Un modelo relacional de datos para grandes bancos de datos compartidos*, formuló las bases del modelo relacional. Se basó en el uso de "relaciones". Básicamente, se definen grupos de datos como tablas (o relaciones) y cada tabla guarda los atributos en columnas (campos). Las tablas no se conectan físicamente entre sí; las conexiones se establecen a través de datos comunes o coincidentes entre distintas tablas. El lugar y la forma en que se almacenan los datos no tiene relevancia como en los otros modelos. La flexibilidad y eficacia fueron las principales razones para que este modelo se impusiera rápidamente sobre los anteriores.

Una base de datos multidimensional se diferencia de una relacional básicamente en forma conceptual; el diseño y forma de uso de las relacionales es más eficiente para el procesamiento transaccional, mientras que las multidimensionales (formando cubos multidimensionales), como veremos en el siguiente punto, buscan eficiencia para el uso de herramientas de inteligencia de negocios.

El modelo orientado a objetos puede verse como una extensión del modelo relacional, donde se aplican las características de orientación a objetos. Con este modelo, se pueden definir operaciones, procedimientos o métodos sobre los datos, integrando la definición de la base de datos (por ejemplo, el código para agregar un registro nuevo a la tabla). Los programas de aplicación pueden invocar esos métodos (de acuerdo a la interfaz establecida en la definición del método).

En la **Figura 10.3** puede verse, en contraposición a la **Figura 10.2**, cómo las cuatro aplicaciones se relacionan con el SABD; sin "ver" los detalles físicos y lógicos de la administración de las tablas, registros lógicos y campos.

Figura 10.3
Entorno de base de datos



La forma de almacenamiento de los datos es muy diferente a los archivos tradicionales. En efecto, los distintos datos que componen un registro lógico (también denominado tupla), no se encuentran necesariamente juntos físicamente, sino que pueden estar guardados en distintos lugares del medio de almacenamiento (pero se encuentran vincula-

dos entre sí). Por esta característica, si debe agregarse un campo a una tabla, no resulta necesario modificar ningún programa, salvo que deba usar este nuevo dato. Ya sea en forma manual o a través de un programa, es muy sencillo agregar un campo nuevo al diseño de una tabla y no hay que hacer nada más que modificar sólo los programas que deba almacenar o recuperar ese nuevo dato. Además, se pueden almacenar otros tipos de datos como sonidos, imágenes y videos. Por otra parte, los datos que no están, no ocupan lugar y los que están, ocupan el lugar justo y necesario (por ejemplo, si el nombre de un cliente tiene 15 caracteres, sólo ocupará esos 15 bytes y no la longitud máxima definida, como sucede en los archivos tradicionales; si el domicilio de entrega es el mismo que el domicilio legal y en consecuencia se deja en blanco, el dato no está y no ocupa lugar).

De igual manera, si se agrega una nueva tabla en la base de datos, no resulta obligatorio ni necesario modificar los programas que utilicen las otras tablas de esa base de datos.

Los programas no necesitan leer todas las tablas de la base de datos, ni tenerlas internamente definidas o sus diseños. Y cuando leen una tabla, tampoco necesitan leer todos los campos, pudiendo indicar la lista de campos que se quieren leer o bien indicando que se lean todos los datos, pero sin tener que poner el nombre de cada campo. Cuando se graban los datos en una tabla, tampoco es necesario que se graben todos los campos de la tabla; si se graba una modificación, el resto de los datos permanecerá sin ninguna modificación y con los datos que tenía anteriormente; y si es una inserción en la tabla, los campos para los que no se indique contenido, serán valores nulos (ausencia de valor) o el valor que se haya establecido como valor predeterminado (para cada campo se puede indicar un valor predefinido en la definición del campo en la tabla).

Para los archivos tradicionales, cada programa tenía que contener el diseño completo del registro lógico, aunque no se usaran todos los datos, ya que el archivo lógico sólo contenía los datos. En una base de datos, además de los datos y los índices que permiten vincular los campos de un mismo registro lógico y los que permiten los accesos secuenciales y directos para cada tabla, también se almacenan los diseños completos de todas las tablas que se encuentran en esa base de datos, conformando lo que se denomina diccionario de datos. Todos estos datos también pueden ser leídos por un programa. Para cada tabla incluida en la base de datos, se guarda, entre otros datos, el nombre de la tabla; para cada uno de sus campos, el tipo de dato, su longitud, valor predeterminado, si es obligatorio, reglas de validación, relación con otros campos de otras tablas, etcétera y, además, el o los índices que permiten accesos directos más rápidos. Finalmente, en las bases de datos también se pueden guardar procedimientos que pueden ejecutar las aplicaciones, deliberadamente llamados para su ejecución o en forma automática, como los denominados *stored procedures* (o procedimientos almacenados, que permiten centralizar procesos en la base de datos y que los distintos programas ejecuten iguales procedimientos, por ejemplo, validaciones de datos) o los *triggers* (o disparadores, que son procedimientos que se ejecutan automáticamente cuando se produce una operación de inserción, modificación o eliminación).

Los SABD pueden tener otras características muy atractivas y de gran utilidad como, por ejemplo, que las bases de datos pueden ser distribuidas (partes almacenadas en distintos lugares físicos), pueden tener réplicas (copias) automáticas, copias que pueden funcionar como resguardo automático frente a la caída de una de ellas, de una manera similar al esquema RAID para discos magnéticos y de manera combinada para lograr mayor rendimiento (para la lectura, las dos bases de datos son iguales y puede leerse cualquiera de las dos) y el manejo de transacciones.

Una transacción es un conjunto de cambios (inserciones, modificaciones y eliminaciones) que se realizan sobre la base de datos con motivo de una operación y que se tratarán como una unidad. Por ejemplo, al realizar una factura o nota de venta

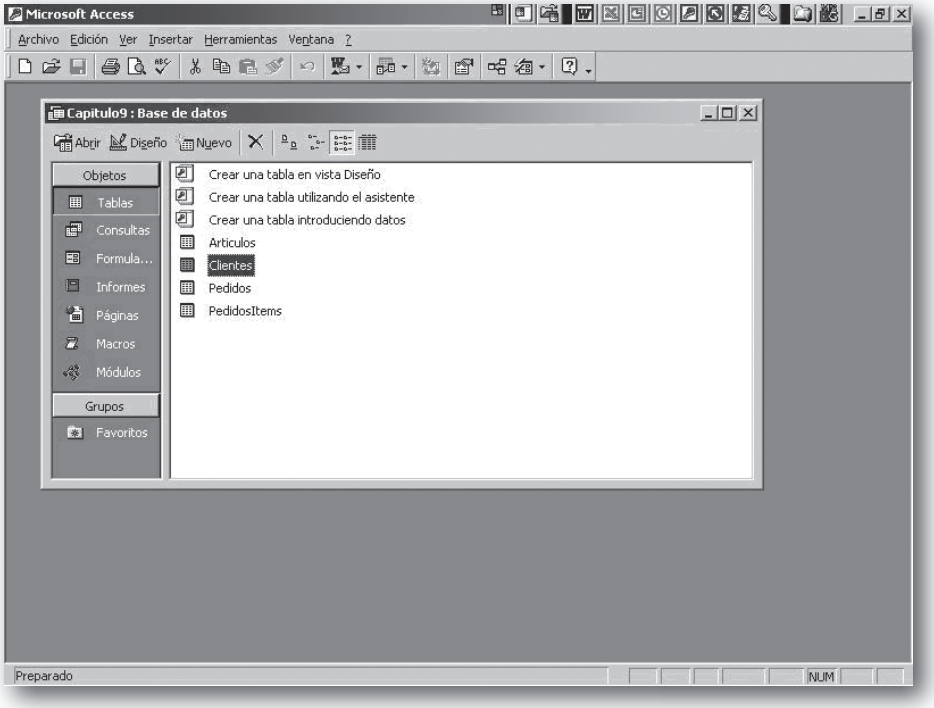
se deberá grabar la factura en la tabla de cuentas corrientes, actualizar el saldo del cliente, grabar las salidas de cada uno de los artículos que componen la factura, actualizar los saldos de los artículos, actualizar el pedido, etcétera. En medio de esas inserciones y actualizaciones de datos puede ocurrir un corte de suministro eléctrico, la falla de la computadora o del disco o cualquier accidente que impida culminar de hacer todos los cambios requeridos. Un programa puede indicar el comienzo y el fin de las actualizaciones de la base de datos que componen la transacción (factura), de manera que si no se culmina exitosamente de realizarlas, ya sea en forma automática por el SABD o bien por indicación del programa, todos los cambios realizados dentro de la transacción hasta el momento, serán revertidos (operación de *rollback*). De esta manera, aseguramos que, al realizar una factura, o bien todas las actualizaciones están realizadas o no está ninguna (todos los cambios y agregados de datos se tratan como una unidad). Imaginemos las dificultades que se ocasionaban cuando las actualizaciones de una factura quedaban por la mitad (primero había que ver hasta dónde habían llegado a realizarse).

Otro problema posible de integridad de los datos aparece si distintos usuarios desean modificar los mismos datos al mismo tiempo. Este acceso concurrente puede ser manejado directamente por el SABD o por los programas, a través de los denominados bloqueos optimistas y pesimistas.

En las **Figuras 10.4** y **10.5** se pueden ver las tablas del ejemplo del Punto 10.3 y la definición de una de dichas tablas, utilizando MS Access.

Figura 10.4

Tablas del ejemplo del Punto 10.3 en MS Access



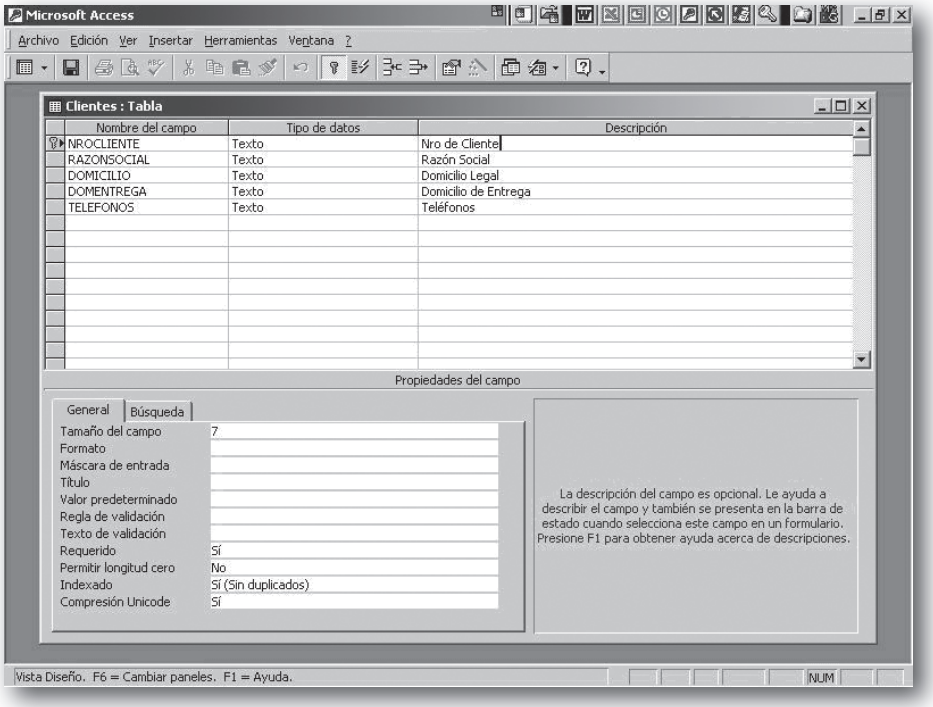


Figura 10.5

Definición de una tabla del Punto 10.3 en MS Access

Hay distintos sistemas de administración de bases de datos. Algunos son de uso gratuito como MS SQL Server Express, MySQL o PostGreSQL, semi-gratuitos como el Microsoft Access (viene incluido en Microsoft Office) y pagos como MS SQL Server, Oracle, DB2 (IBM) o Sybase.

Cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas, según las necesidades y según las opiniones, básicamente referidas al costo, la *performance*, las limitaciones, la plataforma sobre la que corre, la facilidad de instalación, configuración y uso, las funcionalidades que contempla (incluyendo seguridad) y los productos complementarios que dispone. De todos modos, parafraseando el dicho, hay dos clases de SABD: aquellos de los que la gente se queja y aquellos que nadie usa.

Los SABD tienen distintos componentes básicos, adicionales y desarrollados por terceros. Los más habituales son (ver **Figura 10.6**, pág 212):

a) Motor

Es el componente que realiza todas las operaciones físicas sobre la base de datos. Es el componente que más incide en el rendimiento. También se encarga de controlar las restricciones de integridad ya descritas en el Punto 10.2.

b) Diccionario de datos

Contiene las definiciones de todas las tablas de la base de datos, como ya ha sido señalado. Esta información se guarda habitualmente en tablas de sistema y frecuentemente ocultas, aunque pueden ser leídas por los programas de aplicación.

c) Procesador de consultas

Es un componente esencial de un SABD. El lenguaje de consultas estructurado SQL (del inglés *Structured Query Language*) es la forma más habitual o a veces única, para poder realizar operaciones sobre la base de datos, tanto en forma directa por parte de un usua-

rio, como a través de los programas de aplicación que también utilizan estas sentencias de almacenamiento o recuperación de datos. Es un lenguaje no procedural.

Existe un SQL estándar, aunque los distintos desarrolladores de SABD siempre realizan agregados o cambios que diferencian levemente la sintaxis del SQL para ese SABD en particular. Si bien los cambios no son grandes, pero pueden incluir por ejemplo el nombre con que se identifica un tipo de dato numérico, de fecha o de texto.

El lenguaje SQL tiene básicamente dos grandes tipos de sentencias: las sentencias de definición de datos, DDL (del inglés *Data Definition Language*) y las sentencias de manipulación de datos, DML (del inglés *Data Manipulation Language*). Las primeras permiten definir tablas, campos, e índices (por ejemplo, CREATE, DROP, ALTER), mientras que el segundo grupo permiten generar "vistas lógicas" de los datos combinando una o más tablas y también insertar, modificar y eliminar registros o conjuntos de registros (por ejemplo, SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE). Las "vistas lógicas" son conjuntos de datos de una o más tablas (pueden ser sólo algunos datos de algunas tablas combinadas por campos comunes), que son definidas por una sentencia SQL y que son "vistos" como si fueran una tabla real específica, que el motor construye en el momento, que es transitoria y desaparece al terminar la aplicación o cuando ésta decide cerrar esa vista.

Por ejemplo:

```
• Sentencia para crear la tabla ARTÍCULOS del ejemplo (DDL)
/* Script para la creación de Bases de Datos SQL Server */
/*  */
/* Objeto:  Tabla Artículos */
CREATE TABLE ARTICULOS(
             NROARTICULO VARCHAR(20) NOT NULL DEFAULT '',
             DESCRIPCION VARCHAR(50) NULL DEFAULT '',
             PRECIO FLOAT NULL DEFAULT 0,
             UNIDADMEDIDA VARCHAR(2) NULL DEFAULT '',
             CODBARRAS VARCHAR(13) NULL DEFAULT ''
)
/* Clave Primaria */
ALTER TABLE ARTICULOS WITH NOCHECK ADD
CONSTRAINT IA PRIMARY KEY CLUSTERED
(NROARTICULO)

• Sentencia para obtener una vista lógica de todos los Artículos (DML)
SELECT * FROM ARTICULOS ORDER BY NROARTICULO

      (el * indica que se obtengan todos los campos)

•  Sentencia para obtener todos los Artículos con Unidad de Medida = KG, aunque sólo los datos NROARTICULO y DESCRIPCION (DML)
SELECT NROARTICULO, DESCRIPCION FROM ARTICULOS WHERE UNIDADMEDIDA = 'KG'
ORDER BY DESCRIPCION

 (sólo se obtienen los campos NROARTICULO y DESCRIPCIÓN de
      todos los artículos, cuya UNIDADMEDIDA sea KG)
```

d) Generador de reportes

Tan importante como el almacenamiento y la organización de los datos, es la recuperación de los mismos para satisfacer las necesidades de los usuarios. Este componente permite que, de una manera ágil y sencilla y sin necesidad de líneas de código, un usuario pueda definir reportes o listados con los datos necesarios.

Normalmente, el reporte gira alrededor de una consulta que es analizada por el procesador de consultas y ejecutada por el motor, devolviendo el conjunto de datos solicitado por la sentencia de consulta. El generador de reportes formatea dichos datos con la presentación definida por el usuario. Normalmente, la presentación es definida indicando la disposición de los datos en el informe, los títulos, el nivel de detalle, el ordenamiento y los totales que deben incluirse, además de logos, líneas, colores, etcétera que puedan resultar necesarios para destacar el contenido o mejorar su apariencia estética.

e) Generador de formularios

De una manera sencilla (como arrastrar y soltar), este componente puede crear formularios simples para el ingreso y la búsqueda de datos. También utilizará el procesador de consultas, el diccionario de datos y el motor para su funcionamiento.

f) Generador de aplicaciones

Básicamente, una aplicación es un conjunto de opciones de ingreso de datos, procesamiento de los mismos y presentación de datos e información en informes o listados por pantalla y/o en forma impresa. Hemos visto que otros componentes pueden generar formularios de ingreso de datos, procesamientos de diferentes tipo e instancias y formatear datos e información de salida en reportes de acuerdo a las necesidades del usuario. Sin embargo, una aplicación reúne estas opciones de una manera integrada, ágil y sencilla de usar, a través de menús, barras de herramientas, ayuda contextual, etcétera, típicas de cualquier software que utilicemos.

Este componente justamente permite reunir esas opciones individualmente realizadas, con estos elementos, y conformando una aplicación organizada y desarrollada con los componentes y herramientas del SABD.

Por supuesto que una aplicación realizada de esta manera, resultará simple si la comparamos con otras aplicaciones del mundo de los negocios, pero pueden ser útiles para obtener ventajas en la utilización de la tecnología de la información para actividades especiales para las que no se haya desarrollado un software específico o para actividades de poca frecuencia de uso o urgentes, para las cuales la ineficiencia en la utilización de recursos de estas aplicaciones y su bajo nivel de seguridad, no sea demasiado importante en comparación con la rapidez y bajo costo de su generación.

g) Comunicación e integración

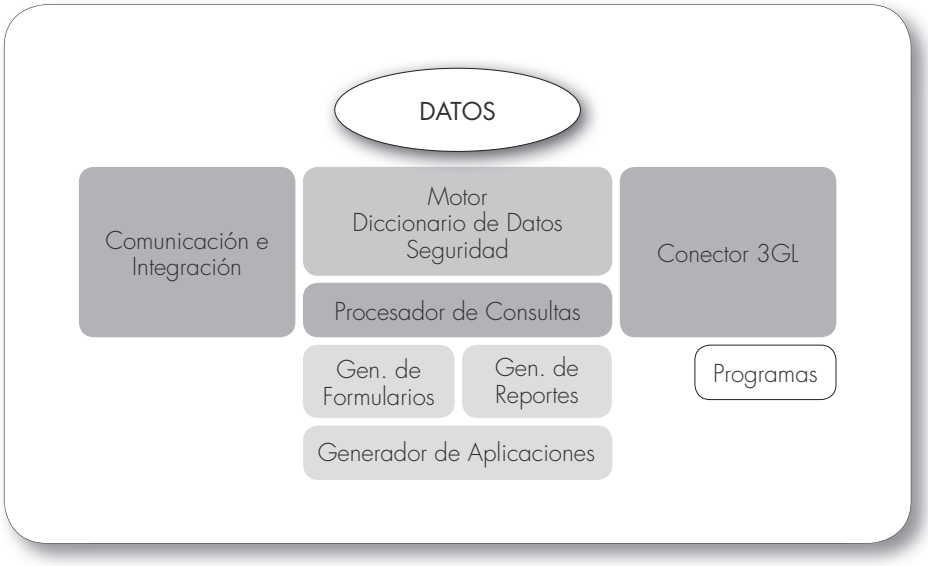
Algunos SABD tienen algunas características especiales que permiten almacenar y recuperar datos de distintas bases de datos físicas o lógicas (réplicas), que pueden estar en distintas computadoras e incluso en distintos lugares físicos. Además, hay componentes que permiten que los lenguajes de programación puedan conectarse con el procesador de consultas, diccionario de datos y con el motor de la base de datos. Las aplicaciones desarrolladas con lenguajes de programación, generalmente utilizan sentencias SQL para armar consultas que les permiten grabar los datos en las diferentes tablas, así como obtener conjuntos de datos o "vistas" lógicas de los datos almacenados que simplifican notablemente las tareas de manejo de datos de las aplicaciones.

h) Seguridad y utilidades

Por supuesto, no pueden faltar componentes que permitan administrar seguridad en cualquier tipo de acceso a la base de datos, así como privilegios o permisos a usuarios para realizar determinadas acciones (ver **Figura 10.6**). También los SABD pueden implementar las restricciones de integridad vistas en el Punto 10.2 de tal manera que distintos programas respeten las mismas reglas. El manejo de transacciones descrito también permite elevar el nivel de integridad de la base de datos.

Adicionalmente, existen módulos que permiten la administración de usuarios de la base de datos, las clásicas tareas de resguardo y recupero (*backups*), así como herramientas de monitoreo de rendimiento o para mostrar la estrategia de procesamiento frente a una sentencia SQL (que permite a desarrolladores mejorar los tiempos de ejecución de consultas complejas).

Figura 10.6
Componentes



Una descripción sencilla de las ventajas de los SABD sería decir que elimina o reduce, sustancialmente, los problemas enunciados al analizar el entorno tradicional de archivos.

Por las características explicadas, existe una alta independencia entre la disposición física de los datos y como los programas acceden a ellos. Como se pueden agregar campos a las tablas existentes y nuevas tablas sin que los programas deban ser necesariamente modificados, el uso de SABD facilita enormemente el desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento, permitiendo una gran flexibilidad en la administración de las estructuras de datos.

La simplicidad en la utilización de las bases de datos y en la comprensión de su definición disminuyó notablemente las dificultades que encontraban distintos equipos de trabajo para compartir datos entre distintas aplicaciones y, consecuentemente, se redujo la redundancia de datos (siempre puede haber alguna redundancia pero seguramente con más consistencia y uniformidad en las duplicaciones) y aumentó la capacidad de integración, al resolverse problemas de codificaciones diferentes para los mismos artículos o clientes, códigos de operaciones diferentes para las mismas operaciones o códigos iguales para operaciones distintas, por ejemplo. De esta manera pueden integrarse datos de distintas operaciones y aplicaciones, permitiendo obtener información de alcance más amplio sobre artículos, clientes, operaciones, etcétera.

Las funcionalidades relacionadas con la seguridad que proveen los SABD permiten el desarrollo de distintas aplicaciones, con criterios y reglas de seguridad e integridad más uniformes que en el entorno tradicional de archivos, donde cada aplicación definía y manejaba esquemas de seguridad que podían ser muy diferentes entre sí. Por ejemplo, la posibilidad de leer sólo algunos datos de una tabla hace que el resto de los datos de la tabla no sean transferidos a lo largo de la red ni que se encuentren en memoria principal de la computadora del usuario.

10.6 INTELIGENCIA DE NEGOCIOS

En el Capítulo 5 ya hemos visto las principales características de las distintas herramientas que se agrupan como inteligencia de negocios. Estos software tienen como objetivo la exploración y explotación de datos para dar soporte a la toma de decisiones. Las principales herramientas son los reportes, el análisis multidimensional (también denominado frecuentemente OLAP, del inglés *On Line Analitical Processing* o procesamiento analítico en línea), los tableros de control o comando y cuadro de mando integral (BSC o *Balanced Scorecard*) y la minería de datos (en inglés *Data Mining*).

Ahora que ya hemos visto las características de las bases de datos, podemos analizar algunos aspectos técnicos.

Como ya hemos señalado, datos de distintas fuentes se compilan formando un almacén de datos (en inglés *Data Warehouse*). En su mayoría, esos datos provienen del procesamiento transaccional de la organización (OLTP). Los procesos para incluir esos datos en el *Data Warehouse* se denominan ETL (del inglés *Extract*, *Transform* and *Load*), es decir extracción, transformación y carga. Estos procesos se encargan de obtener los datos necesarios, de transformarlos de acuerdo a las necesidades posteriores de procesamiento de inteligencia de negocios y para que puedan ser más integrados y de cargarlos en el almacén de datos (ver **Figura 10.7**).

Los datos que se incluyen en un *Data Warehouse*, están enfocados para resolver las necesidades de información y se utilizarán con algún software de inteligencia de negocios. Además, los datos deben integrarse para lograr una mejor información del conjunto de la organización (como parte de la transformación puede resultar necesario cambiar códigos o valores de distintas fuentes). También se van acumulando históricamente (para poder analizar tendencias o evoluciones) y consecuentemente, los datos no son volátiles (los datos ya almacenados no van a ser modificados). Los procesos ETL se realizan en forma programada, a intervalos regulares de tiempo y de tal manera de no entorpecer el procesamiento transaccional.

Se denomina *Data Mart* (mercado de datos) a un subconjunto de datos del *Data Warehouse*, más acotado o más específico sobre algún tema o área de la organización. Se habla de *Data Mart* cuando se desea indicar un alcance parcial, es decir, una base de datos que sólo cubre un subconjunto de las necesidades de este tipo de procesamiento. Desde el punto de vista de la metodología de trabajo, no hay diferencias entre *Data Mart* y *Data Warehouse*, salvo por el hecho de que, en general, siempre ha dado buenos resultados abordar problemas complejos dividiéndolos en varios sub problemas más pequeños. De todos modos, si se encara de esta manera, no debe perderse de vista la totalidad de las necesidades.

Estas necesidades siempre van a ser muy particulares de cada organización; aun cuando dos empresas se dediquen a lo mismo y participen del mismo mercado, otros factores como su posición en el mercado, su organización, modelo de negocios, cultura organizacional y personal directivo, puede hacer que las necesidades sean muy diferentes. Consecuentemente, utilizar modelos pre armados sin realizar un trabajo de análisis y diseño puede llevar el proyecto al fracaso.

Técnicamente, sería posible aplicar las herramientas de inteligencia de negocios sobre las bases de datos transaccionales. Pero, como hemos visto, el uso de este tipo de herramientas no es simplemente obtener reportes gerenciales agregados y/o integrados. En muchos casos, los resultados obtenidos hacen que un gerente quiera ahondar en la información u obtener otra que pueda estar relacionada; y ese proceso se realiza operando, en el momento, sobre la base de datos (por ejemplo, en análisis multidimensional).

Si los usuarios operativos y los gerentes trabajaran sobre la misma base de datos, es casi seguro que sus procesos terminarían siendo muy lentos para sus necesidades (por lo general, en inteligencia de negocios se trabaja con grandes volúmenes de datos). Por otro lado, las bases de datos transaccionales se diseñan pensando en todos los datos que se deben manejar en las distintas operaciones de la organización (incluyendo muchos datos que no se necesitarán para estas herramientas, como, por ejemplo, los datos impositivos), y en sus necesidades de rendimiento.

La consecuencia es que estas bases de datos no son muy eficientes para inteligencia de negocios y tendrán tiempos de respuesta más lentos al usar cualquiera de sus herramientas. Por último, los almacenes de datos guardan frecuentemente datos de muy diversas fuentes (no sólo del procesamiento transaccional) internas y externas, con registros históricos de más antigüedad, muchas veces con redundancia controlada (para que los procesos sean más rápidos), con tablas diseñadas pensando en las herramientas que se utilizarán y con características de mayor integración organizacional.

Para una mayor eficiencia en el uso de este tipo de software, generalmente un *Data Warehouse* se arma como si fuera un cubo multidimensional. Las herramientas OLAP permiten obtener información interactivamente utilizando distintas perspectivas. El usuario puede "desagregar" (*drill*) los datos para obtener más detalles o "resumir" (*roll*) la información obteniendo totales o "pivotear" para cambiar de perspectiva de análisis.

El diseño de un cubo OLAP (multidimensional) se basa en almacenar "medidas" de distintas "dimensiones". Las medidas son datos como la cantidad o el valor de venta y las dimensiones (lados del cubo) son atributos, como, por ejemplo, el artículo o producto, el cliente, fecha, etcétera. Una "tabla de hechos" es generalmente una tabla de detalle de operaciones, por ejemplo de ventas, que contendrá las medidas o valores y varias otras columnas que son las dimensiones (que tienen sus propias tablas).

Existen dos tipos de diseños OLAP: diseño de estrella y diseño de copo de nieve. En el diseño de estrella, las tablas de dimensiones (artículos, clientes, etcétera) se relacionan en forma directa con la tabla de hechos. En cambio, en el diseño de copo de nieve pueden existir niveles en las tablas de dimensiones y, por lo tanto, puede no haber una relación directa (por ejemplo, país, provincia, ciudad, cliente). Un modelo mixto puede tener dimensiones de ambos tipos.

Desde otro punto de vista, si utilizamos una base de datos relacional, estaremos en presencia del denominado ROLAP (del inglés *Relational OLAP*) y si utilizamos una base de datos multidimensional, recibe el nombre de MOLAP (del inglés *Multidimensional OLAP*). Para evitar entrar en detalles muy técnicos, imaginemos una base de datos multidimensional como una base de datos de una sola tabla; los registros de esa tabla tienen múltiples campos de dimensiones y de valores o medidas.

Las herramientas ROLAP tienen como ventaja una mayor escalabilidad para manejar grandes volúmenes de datos, menores tiempos de carga en la actualización de la base de datos y el hecho de usar una base de datos relacional (seguramente la misma que para el procesamiento transaccional), pero tienen como desventaja un menor rendimiento que las MOLAP.

Para el lector interesado en profundizar estos conceptos, le recomendamos la lectura del libro de Ernesto Chinkes, *Business Intelligence para mejores decisiones de negocio*.

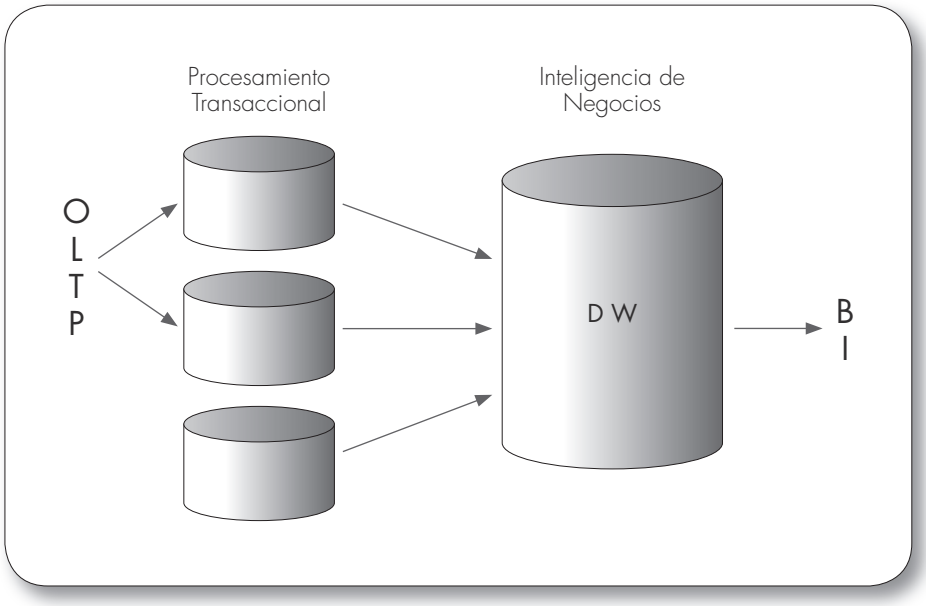


Figura 10.7
Inteligencia de negocios

CAPÍTULO 11

CICLO DE VIDA Y MODELOS DE DESARROLLO

CAPÍTULO 12

METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

ALCANCE

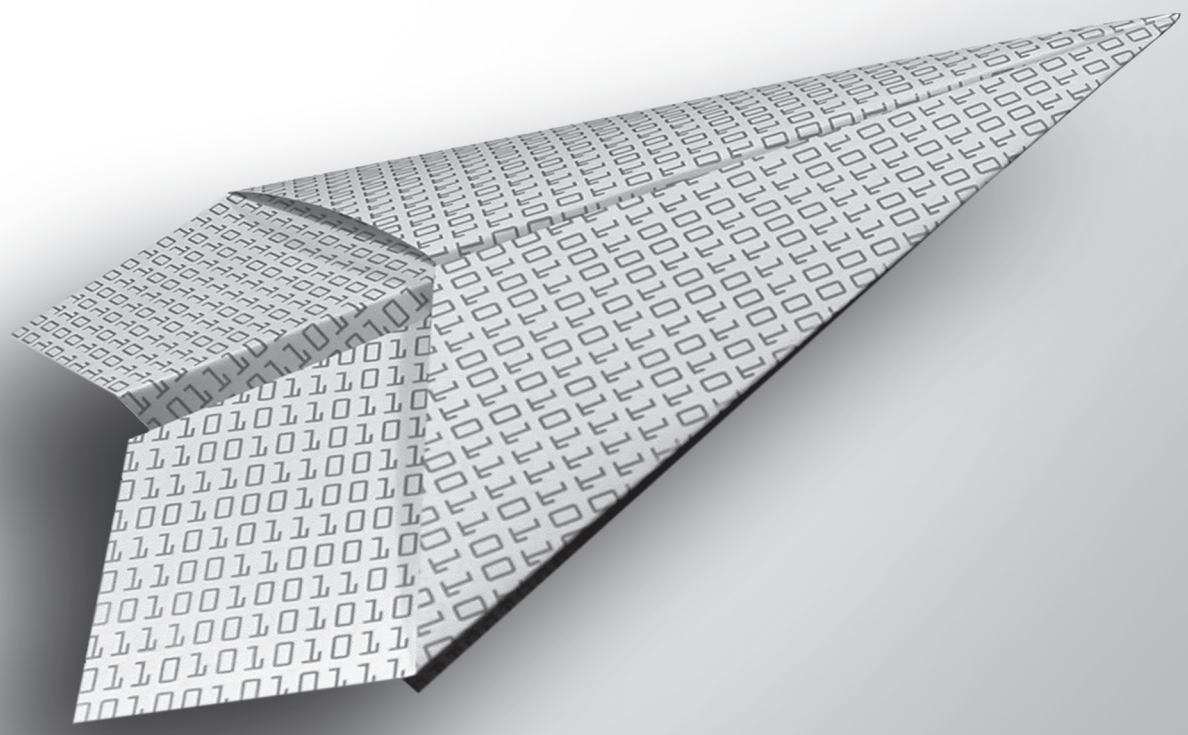
Esta Parte aborda los temas ciclo de vida y metodologías de desarrollo.

El Capítulo 11 presenta el concepto de ciclo de vida señalando la complementación entre los diferentes enfoques de este concepto, las tecnologías de gestión de proyectos y las metodologías de desarrollo para luego presentar los principales modelos de ciclo de vida, destacando las diferencias entre ellos y sus principales características.

El Capítulo 12 desarrolla el concepto de metodología para el análisis y diseño de sistemas, conceptualizando los objetivos, características y herramientas principales de la metodología estructurada, y la metodología orientada a objetos.

PARTE IV

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN



CAPÍTULO 11

CICLO DE VIDA Y MODELOS DE DESARROLLO

11.1 INTERRELACIÓN ENTRE CICLO DE VIDA, MODELOS DE DESARROLLO Y METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

La aplicación de diferentes tecnologías[89] concurren en la incorporación y puesta en marcha de sistemas de información y comunicaciones, las principales son:

- Tecnologías de modelos de desarrollo.
- Tecnologías de gestión de proyectos para el control del proceso de selección, desarrollo, incorporación y operación de los sistemas.
- Tecnologías de análisis y diseño de software.

En este texto introducimos los conceptos en forma independiente para que el lector conceptualice los diferentes elementos en forma independiente, facilitando así la valoración de actividades y artefactos aconsejables en una situación particular (ver **Figura 11.1**).

En los siguientes puntos trataremos los conceptos de ciclo de vida, modelos de desarrollo y las metodologías de análisis y diseño, mientras que en la Parte V nos referiremos a las tecnologías para la gestión de proyectos.

En general, las metodologías comerciales de desarrollo e incorporación de software incluyen elementos de estos tres campos de conocimiento, ya recortados y "empaquetados" armando, así, un conjunto de actividades y artefactos interrelacionados para constituirse en productos comerciales.

[89] Utilizamos la palabra "tecnología" en su acepción tradicional, es decir, para hacer referencia al conjunto de conocimientos y herramientas asociados a un área técnica o industrial específica, para que mediante su aplicación práctica se realice el proceso de transformación de la realidad. La manera cómo se organiza la actividad de las personas y los artefactos utilizados para producir resultados en una organización constituyen una aplicación tecnológica.

Figura 11.1
Tecnologías concurrentes

Actualmente, dentro de los productos con mayor difusión, que engloban en cierta medida estos aspectos, encontramos CMMI, del Carnegie Mellon Software Engineering Institute (SEI), RUP de IBM y el *Microsoft Solutions Framework* de Microsoft.

Cuando nos referimos a "ciclo de vida de una aplicación" estamos incluyendo las diferentes etapas por las que pasa esa aplicación durante su vida.

> Ciclo de vida: etapas por las que pasa un sistema a lo largo de su vida, desde su concepción hasta el abandono en su uso.

Cada una de las etapas del ciclo de vida tiene sus características propias. Veremos más adelante modelos de procesos que consideran la superposición de etapas y, por ende, cuestionan la "secuencialidad" teórica entre ellas; no obstante ello, conceptualizar las distintas etapas nos permite organizar nuestras actividades atendiendo los temas centrales de cada etapa más allá de su superposición.

En tal sentido podemos conceptualizar en términos generales las siguientes etapas:

- Definición
- Incorporación
- Operación o utilización
- Abandono

A continuación realizaremos una breve descripción de estas etapas.

a) Definición

La fase de definición incluye el establecimiento de la visión externa del sistema, sus límites y alcances, la estimación del costo y esfuerzo requerido y la decisión de incorporarlo. Esta etapa, siguiendo nuestro enfoque, es parte integrante de la priorización para el armado del plan de proyectos.

Esta tarea es la de mayor impacto en el ciclo de vida y en el costo del sistema. En función de la correcta ejecución de esta tarea se podrán:

- Identificar las necesidades del usuario.
- Determinar el alcance del proyecto, enunciando sus funciones y límites, dejando así claro, también, lo no alcanzado.
- Identificar alternativas de realización.
- Realizar el cálculo de costo-beneficio y el plan global de trabajo de alternativas de solución, incluyendo tanto el desarrollo del proyecto como de la operación posterior.

Una definición errónea puede llevar a:

- Priorizar un proyecto cuando no corresponde priorizarlo.
- No priorizar un proyecto cuando corresponde priorizarlo.
- Dar un alcance excesivo, cuyo cumplimiento trae aparejado un costo que no agrega valor.
- Dar un alcance insuficiente, no cubriendo las necesidades o incurriendo, a posteriori, en mayores costos para cumplirlas.

La definición de requerimientos debe ser:

- Suficiente para estimar el grado de complejidad del desarrollo.
- Suficiente para estimar razonablemente el esfuerzo y las inversiones necesarias (hardware, software, recursos humanos, contrataciones externas).
- Suficiente para estimar razonablemente el costo incremental de operar y mantener el sistema.
- Suficiente para poder evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos.

Las siguientes preguntas ayudarán a realizar una buena definición de requerimientos:

- ¿Qué problema se busca resolver?
- ¿Por qué se necesita resolver el problema?
- ¿Qué problemas se pueden generar por contar con esta solución?
- ¿Cuánto tiempo hay para lograr la solución?
- ¿Qué alternativas puede haber para llegar a la solución?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de cada alternativa en tiempo, costo y funcionalidad?
- ¿Cómo se suple hoy la falta de esta solución?

En esta etapa la participación de usuario es trascendente. El proceso de comunicación entre usuarios y analistas funcionales, y entre éstos y analistas técnicos resulta fundamental para comprender adecuadamente los requerimientos reales que debe cubrir el nuevo sistema de información y, en función de ello, avanzar en las diferentes alternativas de solución con su nivel de funcionalidad y costo asociado: tanto de desarrollo como de operación en régimen.

b) Incorporación

La incorporación incluye todas las actividades necesarias para su adquisición y/o construcción y puesta en marcha.

Esta etapa del ciclo de vida es concomitante con el desarrollo del proyecto y, como mencionamos al tratar el tema de administración de proyectos, se encuentra relacionado con el enfoque de ciclo de vida y la metodología de desarrollo que se emplee.

En tal sentido podemos afirmar que, si bien con algunas diferencias en cuanto a terminología, e independientemente de la metodología que se emplee, la incorporación incluye, conceptualmente, las siguientes fases o etapas secuenciales:

- Organización y planeamiento
- Ejecución y control
  - Análisis y diseño
  - Adquisición, construcción y prueba
  - Puesta en marcha
- Finalización

Las metodologías de desarrollo de sistemas atienden cuestiones y artefactos específicos para el desarrollo de sistemas, independientemente de las cuestiones de control de proyectos. Durante la realización del proyecto se deben atender ambas cuestiones (gestión del proyecto y metodología de desarrollo), las que se complementan.

La puesta en marcha incluye principalmente las tareas de:

- Entrenamiento a usuarios
- Conversión y/o vuelco de datos
- Instalación de hardware y relacionados
- Prueba operativa, seguimiento y ajustes
- Operación inicial del sistema

Un sistema no implantado puede ser un excelente desarrollo, pero inútil.

Con la implantación se corona la tarea de desarrollo, verificándose la correcta interpretación de los requerimientos del usuario y el buen desarrollo de las tareas posteriores.

c) Operación o utilización

La utilización corresponde a la vida útil del sistema, durante la cual estará sometido a mantenimiento, es decir, ampliaciones y correcciones. El mantenimiento, en particular cuando requiere aplicación de significativa cantidad de recursos, debe tratarse como un proyecto en sí mismo.

Durante la etapa de operación del sistema una de las actividades distintivas es la de resolver la continuidad o el abandono.

Podemos considerar que la continuidad se desaconseja, principalmente, por los siguientes motivos:

- Alto costo de mantenimiento que justifica su rediseño.
- Limitaciones de funcionalidad que impiden realizar las ampliaciones correspondientes, que aconsejan su reemplazo.
- Funcionalidades cubiertas por otras aplicaciones o falta de necesidad de seguir operando el sistema, por haber dejado de aportar funcionalidades necesarias.

d) Abandono

Por último, el sistema es dejado de lado, siendo o no reemplazadas sus funcionalidades por otro. En caso de reemplazo, las actividades de transición correspondientes al abandono se deben considerar en el plan del nuevo proyecto.

11.2 MODELOS DE DESARROLLO

En diferentes tiempos y diferentes autores han propuesto diferentes modelos de procesos de ciclo de vida, básicamente teniendo en cuenta la distribución de actividades y su superposición, atendiendo básicamente a situaciones contextuales y de avance tecnológico.

Podemos considerar como modelos básicos, de los cuales se desprenden múltiples variantes intermedias y complementarias, los siguientes:

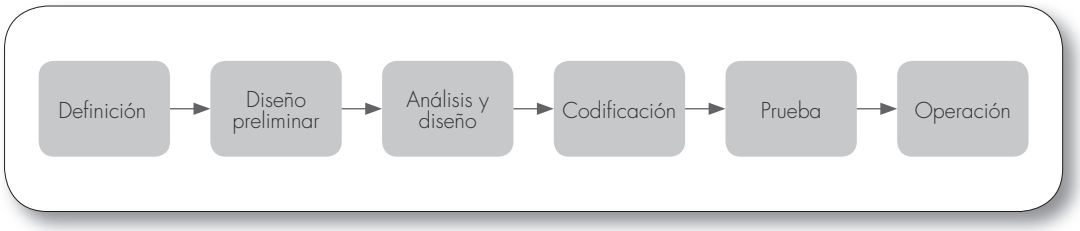
- Por etapas
- En cascada
- En espiral
- Incrementales
- Ágiles

A continuación comentamos las principales características de cada uno de esos modelos.

11.2.1 Por etapas (*stagewise*)[90]

Este modelo, formalizado a mediados del siglo XX, considera que las actividades se secuencian una tras la otra, es decir, no comienza la siguiente si no finalizó la anterior.

Figura 11.2
Modelo por etapas



La característica distintiva de este modelo es la secuencialidad.

[90] H. D. Bennington, "Production of large computer programs" en *Actas del Simposio de la Oficina de Investigación Naval (EEUU)*, Advanced Programming Methods for Digital Computers, junio, 1956.

En este enfoque resulta sumamente fácil conceptualizar qué tareas atender en cada etapa.

A la vez requiere la documentación previa y completa de los requerimientos, y el usuario deja de tener contacto con el desarrollo en la etapa inicial y sólo lo recupera en la implementación.

La mayor debilidad de este enfoque reside en que como sólo se puede "ver" el sistema cuando se completa el desarrollo, bien sea durante la capacitación como durante la puesta en marcha, recién en esas etapas avanzadas resulta posible detectar la necesidad de realizar una considerable cantidad de modificaciones y ampliaciones sobre lo ya construido para que el sistema cumpla sus fines.

Es de considerar que a mayor duración del desarrollo resulta mayor el riesgo de necesidad de realizar el "mantenimiento previo a la operación".

Esa necesidad de "mantenimiento previo a la operación" puede tener su origen en:

- Cambios en el contexto (competencia, demanda, referentes usuarios).
- Errores en la definición (mala comunicación, relevamiento insuficiente) no detectados hasta ese momento.
- Errores en la construcción sobre una correcta definición.

La "detección tardía" de necesidades de modificación provoca un significativo aumento de costos y una demora en la implementación.

Asimismo, si el nuevo sistema reemplaza a otro utilizado hasta ese momento durante el plazo de desarrollo, seguramente se deberán realizar tareas de mantenimiento del sistema anterior, duplicándose los costos.

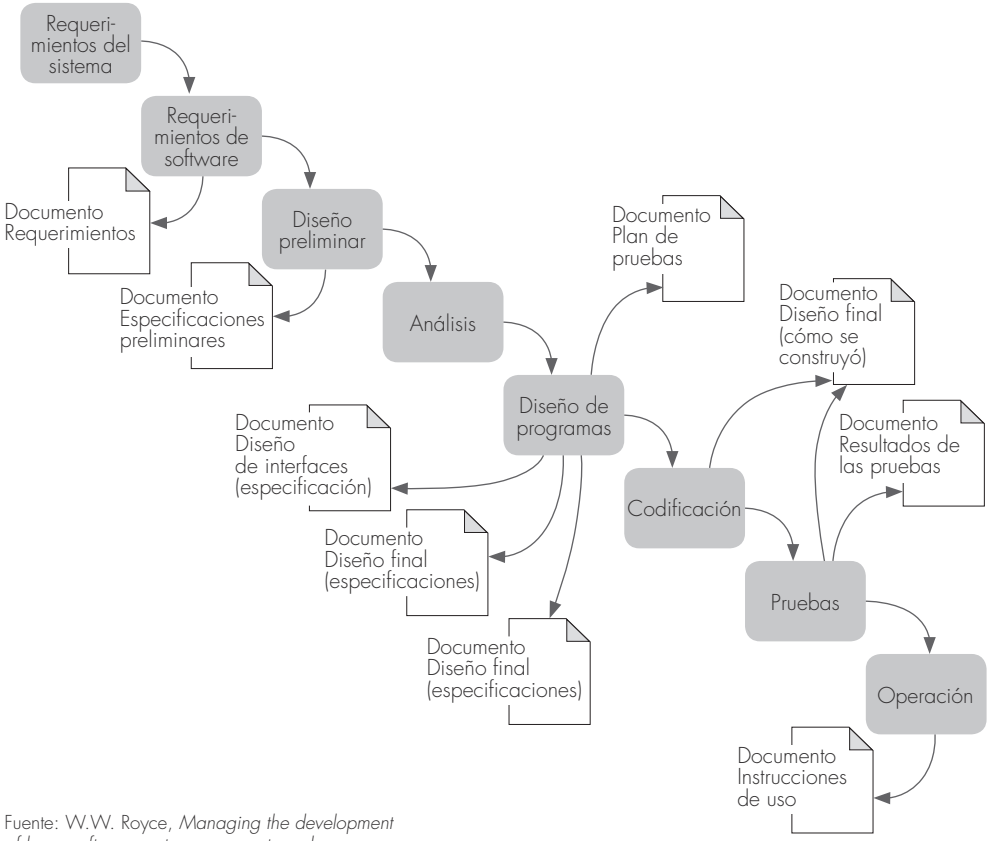
Estos riesgos son los que los siguientes modelos tratan de minimizar.

11.2.2 En cascada (*waterfall*)[91]

Con el objetivo de evitar llegar al final del desarrollo sin tener una visión tal del sistema que pueda facilitar la detección en forma temprana de errores, Royce propone la retroalimentación en cada etapa con una fuerte participación de los usuarios e introduce la utilización de técnicas de "simulación temprana" del producto a lograr (luego llamadas prototipos, teniendo estas simulaciones diferentes alcances) para que el usuario pueda "percibir" el producto final y, así, determinarse ajustes antes de realizar el desarrollo. Asimismo, destaca la necesidad de separar la visión externa del sistema, completando su diseño, de la construcción del mismo (ver **Figura 11.3**).

[91] Delineado, sin utilizar ese nombre, en la obra de W.W. Royce, *Managing the development of large software systems: concepts and techniques* en *Actas de la International Conference on Software Engineering*, 1987.

Figura 11.3
Modelo en cascada



Fuente: W.W. Royce, *Managing the development of large software systems: concepts and techniques* (traduccin propia).

Busca reducir riesgos, incorporando prototipos y retroalimentación.

11.2.3 Modelo evolutivo o "en espiral"

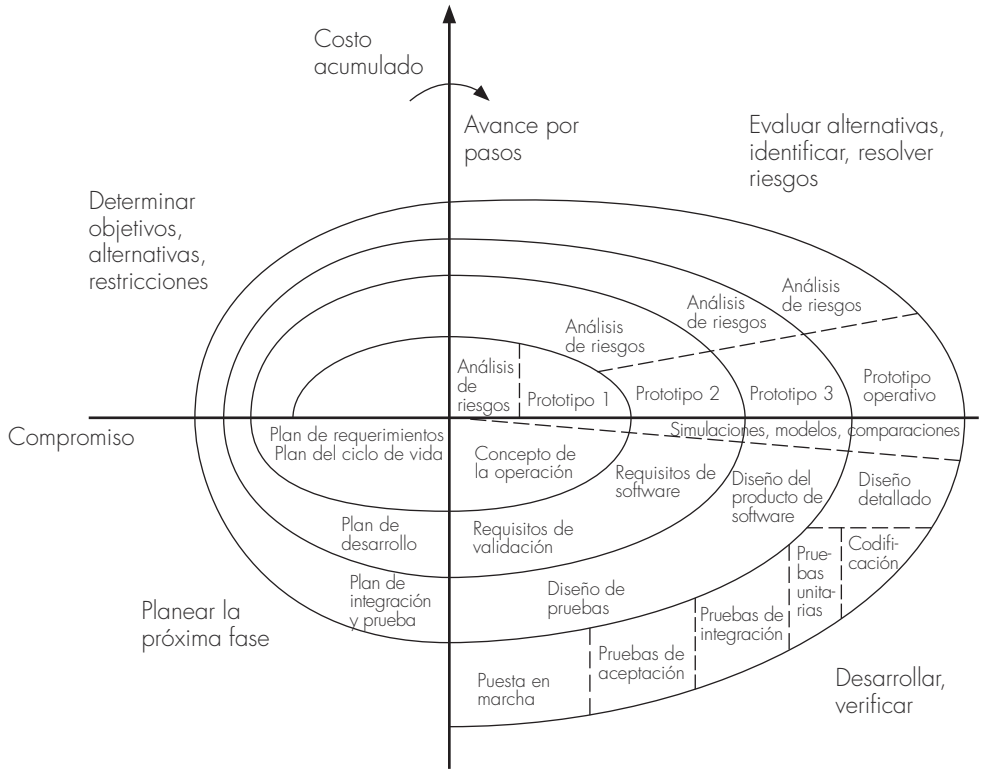
El modelo espiral (**Figura 11.4**), planteado por Barry Boehm en *A Spiral Model of Software Development and Enhancement*, se basa en la idea de trabajar en una serie de versiones progresivas que agregan una mejora a la anterior, graficadas en cada ciclo de la espiral.

El modelo se divide en cuatro cuadrantes por un eje vertical, que representa el costo acumulado del proyecto; y un eje horizontal, que representa el creciente nivel de compromiso del usuario y los desarrolladores con la solución alcanzada.

Las cuatro actividades principales del modelo son representadas en cada uno de los cuatro cuadrantes.

- Planificación de actividades para la siguiente fase.
- Determinación de objetivos, alternativas y restricciones.

- Análisis de alternativas, identificar y resolver riesgos.
- Desarrollo que, en los primeros ciclos, puede ser el desarrollo de modelos de papel y ciclos subsiguientes, el desarrollo de un prototipo de sistema o una versión parcial.



Fuente: Barry Boehm, *A Spiral Model of Software Development and Enhancement*, Computer, IEEE, mayo 1988 (traducción propia).

Figura 11.4
Modelo en espiral

Busca reducción de riesgos de modificaciones, enfatizando prototipos e incorporando paralelismo y modularidad.

Barry Boehm indica en su trabajo:

"Cada ciclo de la espiral comienza con la identificación de:

- los objetivos de la porción del producto que se elabora (el rendimiento, la funcionalidad, la capacidad de adaptarse a los cambios, etcétera);
- los medios alternativos para implementar esta porción del producto (diseño A, diseño B, reutilizar, comprar, etcétera), y
- las limitaciones impuestas por la aplicación de las alternativas (costo, horario, interfaz, etcétera).

> El siguiente paso es evaluar las alternativas en relación con los objetivos y limitaciones. Frecuentemente este proceso identificará las áreas de incertidumbre que sean significativas fuentes de riesgo del proyecto. Si así fuera el siguiente paso, debe incluir la formulación de una estrategia costo-eficaz para resolver las fuentes de riesgo.
> Esto puede implicar la creación de prototipos, simulación, evaluación comparativa (*benchmarking*), verificación de referencias, administración de cuestionarios a usuarios, modelado analítico, o combinaciones de éstas y otras técnicas de resolución de riesgos.
> Una vez que los riesgos sean evaluados, el siguiente paso se determina por los riesgos relativos remanentes.
> Si los riesgos de rendimiento o de interfaz de usuario dominan fuertemente el desarrollo, el siguiente paso puede ser un desarrollo evolutivo:
>
> - un esfuerzo mínimo para especificar la naturaleza global del producto,
> - un plan para el siguiente nivel de creación de prototipos, y
> - el desarrollo de un prototipo más detallado para continuar resolviendo los problemas de riesgo importante.
>
> En este caso, la opción de escribir las especificaciones debe ser considerada, pero no ejercida; por lo tanto, las consideraciones de riesgo pueden llevar a un proyecto en el cual se implemente sólo un subconjunto de todos los pasos potenciales del modelo.
> Por otro lado, si los esfuerzos realizados y el prototipo resultante han resuelto todos los riesgos de funcionamiento e interfaz de usuario, y los riesgos dominantes son los de desarrollo, los siguientes pasos siguen el enfoque básico de cascada, adecuado para incorporar el desarrollo incremental. Cada nivel de especificación de software es seguido por una etapa de validación y la preparación de planes para el ciclo subsiguiente."

Y más adelante continúa diciendo:

> "Los planes para las fases siguientes también pueden incluir una partición del producto en incrementos sucesivos de desarrollo o de los componentes a desarrollar por distintas organizaciones o personas.
> Para este último caso, podemos visualizar una serie de ciclos en espiral paralelos, uno para cada componente."

De esta forma un proyecto puede dividirse en diferentes proyectos que se ejecuten en forma paralela (todos ellos a la vez, ejecutados por distintos grupos cuyo producto se integra simultáneamente) o secuencial (proyectos que se desarrollan siguiendo el modelo en espiral, seguidos por otros que son iniciados luego de la finalización del anterior).

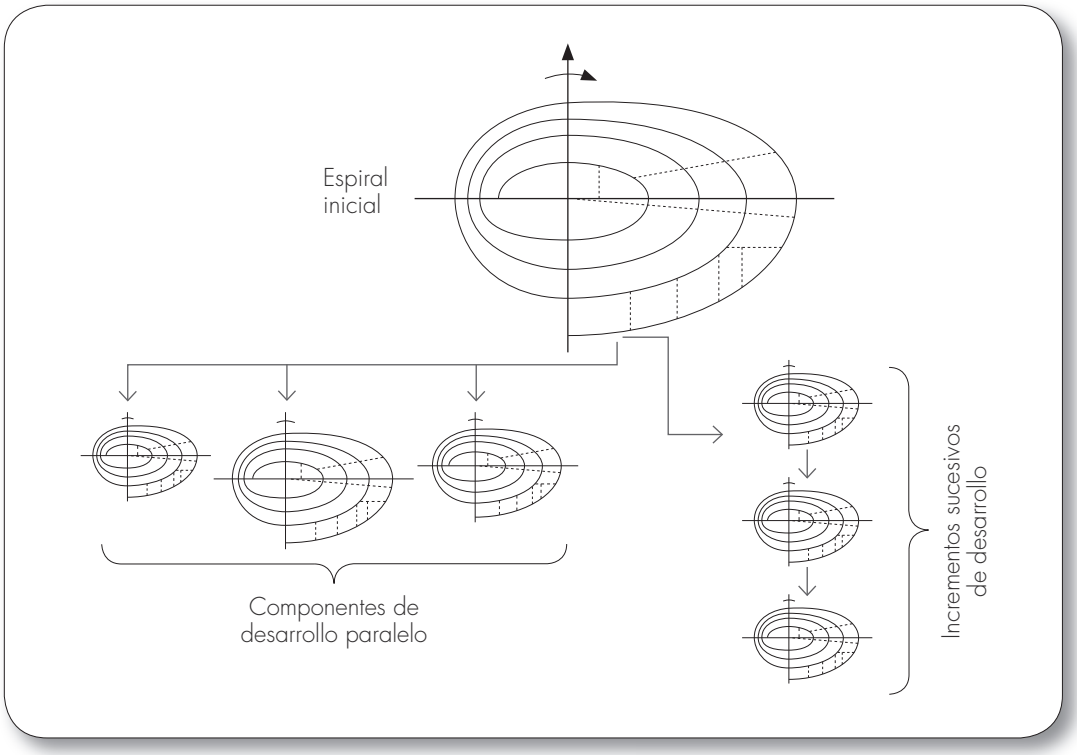


Figura 11.5
Desagregación en espirales paralelas y secuenciales

11.2.4 Modelos incrementales impulsados por un producto utilizable[92]

Para reducir el riesgo de necesidad de modificaciones previas a la implementación, las metodologías incrementales plantean dividir el sistema en sub-sistemas o módulos más pequeños definidos estrictamente para ser puestos en marcha independientemente, y cubrir objetivos de negocio.

En cierta forma puede conceptualizarse como una estrategia de implementación en la cual se concibe el producto final en su conjunto y su desarrollo se "secciona", utlizando para su construcción alguno de los modelos vistos. De esta forma los beneficios de utilizar el sistema se obtienen (si bien parcialmente) en etapas tempranas, reduciéndose, asimismo, el riesgo de abandono o cambio significativo sin obtención de beneficios algunos.

La definición de módulos debe contemplar:

- El establecimiento de límites y alcances en función de alcanzar resultados específicos de negocios.
- Su implementación en un plazo breve, idealmente tres meses o menos.
- Los indicadores necesarios para evaluar su cumplimiento.
- Todas las acciones necesarias para producir los resultados deseados, no sólo la implementación del software, sino también los cambios complementarios en políticas, estructuras y procesos.

> Destacan la segmentacion en módulos que ofrezcan resultados implementables útiles para el negocio.

[92] En inglés RDI, *Result Driven Incrementalism*.

La experiencia en la implementación de cada módulo se considera para ajustar el plan de los módulos siguientes.

La explicitación inicial de esta metodología fue realizada en 1994 por Scott Moses y colaboradores[93]. La aplicación estricta de este enfoque requiere que sólo se avance con un módulo luego de finalizada la implementación del módulo anterior. Una flexibilización sugiere cierta superposición en la construcción de módulos, por ejemplo, iniciar el segundo módulo cuando el primero aún no se encuentra operativo, mientras que otros recomiendan no iniciar la construcción de ningún módulo si el anterior no ha sido finalizado.

Como vemos en las **Figuras 11.6** y **11.7**:

Figura 11.6
Implementación superpuesta

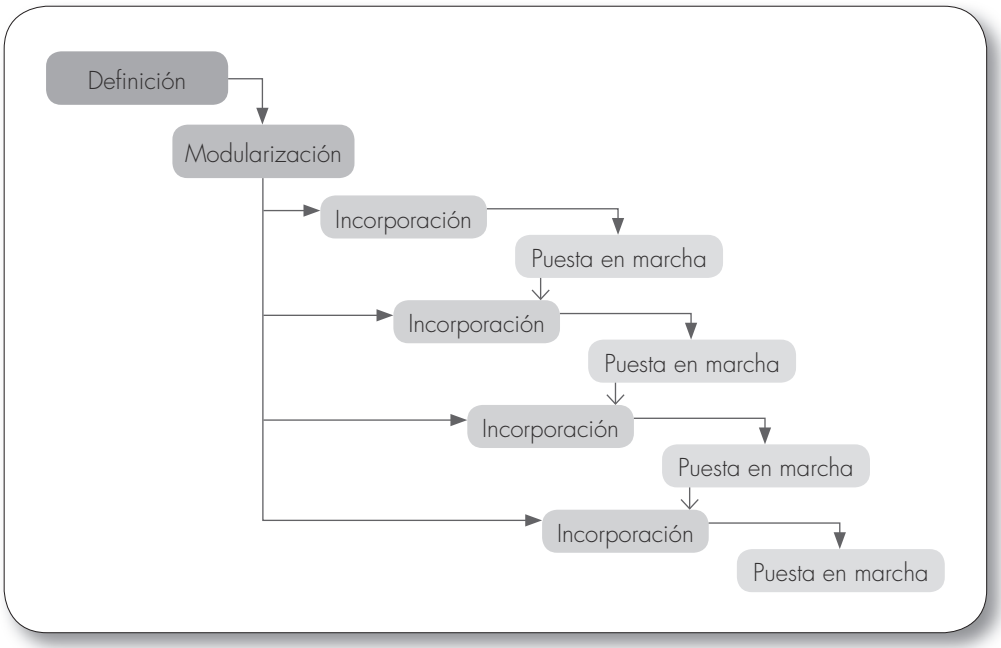
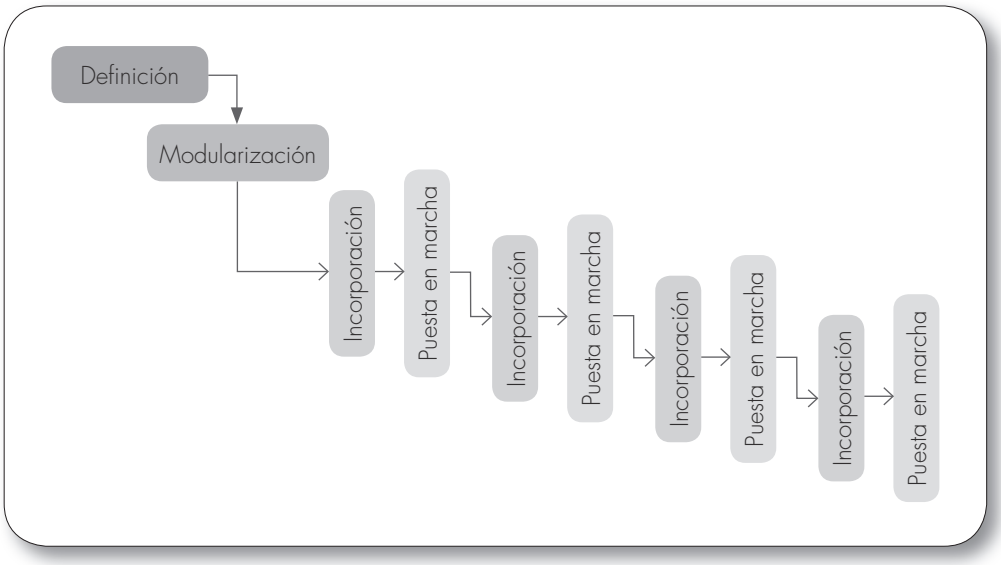


Figura 11.7
Implementación escalonada



[93] Robert G. Fichman y Scott A. Moses, "An Incremental Process for Software Implementation", *MIT Sloan Management Review*, Winter, 1999.

La ventaja que presenta la implementación superpuesta es la posibilidad de reducir el tiempo de implementación. Esto a riesgo de aumentar la posibilidad de tener que implementar ajustes en módulos ya avanzados en función de la experiencia de implementación.

Asimismo, el enfoque escalonado garantiza que antes del inicio de las actividades de cada módulo se recoja la experiencia de la implementación de los anteriores.

Con relación al enfoque del ciclo de vida el enfoque incremental permite disponer de las ventajas originadas en la utilización del nuevo sistema (si bien parciales) en forma más temprana.

Esto también provoca, si el nuevo sistema reemplaza a uno anterior, el abandono de todo o parte del sistema anterior, eliminando la necesidad de mantenimiento de la porción abandonada (y liberando recursos para el desarrollo y el mantenimiento de la porción ya implementada del nuevo sistema).

Por otra parte, las implementaciones de múltiples módulos habitualmente requieren un mayor esfuerzo en la generación de interfaces (muchas de ellas innecesarias con la implementación de los módulos siguientes) que la implementación del sistema todo.

11.2.5 Modelos ágiles

Si bien muchos de los métodos anteriores incluyen iteraciones y paralelismos, en su esencia son prescriptivos y formales. Todos ellos consideran una definición previa de límites y alcances, el "relevamiento" de las necesidades del usuario y que el "especialista" diseñe el sistema para que luego sea construido e implementado.

Ante demoras en las implementaciones, debido en gran medida a los "ajustes" de implementación y de cambios en los requerimientos durante el plazo de desarrollo, se generó, a fines del siglo pasado, una tendencia hacia procesos de desarrollo que buscaban una fuerte interacción con el usuario y cierta inmediatez en la implementación, englobados bajo la denominación de "métodos ágiles", los que tuvieron su formalización en 2001 con el *Manifiesto para el Desarrollo de Software Ágil* [94].

En su preámbulo dice:

> "Estamos poniendo al descubierto formas mejores de desarrollo de software, haciéndolo y ayudando a otros a que lo hagan. A través de este trabajo hemos llegado a valorar:
>
> - los individuos y la interacción sobre los procesos y herramientas,
> - el software que funciona sobre la documentación abarcadora,
> - la colaboración con el cliente sobre la negociación contractual y
> - la respuesta al cambio sobre el seguimiento de un plan,
> - aunque hay valor en los elementos a la derecha, valorizamos más los de la izquierda".

[94] Los firmantes del Manifiesto fueron Kent Beck (XP), Mike Beedle, Arie van Bennekum (DSDM), Alistair Cockburn (Crystal), Ward Cunnimgham (XP), Martin Fowler (XP), James Grenning (XP), Jim Highsmith (ASD), Andrew Hunt (Pragmatic Programming), Ron Jeffries (XP), Jon Kern (FDD), Brian Marick, Robert C. Martin (XP), Steve Mellor, Ken Schwaber (Scrum), Jeff Sutherland (Scrum) y Dave Thomas (Pragmatic Programming).

Además, establece los siguientes doce principios:

1. "Nuestra prioridad más alta es satisfacer al cliente a través de la entrega temprana y continua de software valioso.
2. Los requerimientos cambiantes son bienvenidos, incluso cuando llegan tarde en el desarrollo. Los procesos ágiles se pliegan al cambio en procura de una ventaja competitiva para el cliente.
3. Entregar con frecuencia software que funcione, desde un par de semanas hasta un par de meses, con preferencia por las escalas de tiempo más breves.
4. La gente de negocios y los desarrolladores deben trabajar juntos cotidianamente a través de todo el proyecto.
5. Construir proyectos en torno a individuos motivados. Darles la oportunidad y el respaldo que necesitan y procurarles confianza para que realicen la tarea.
6. La forma más eficiente y efectiva de comunicar información de ida y vuelta dentro de un equipo de desarrollo es mediante la conversación cara a cara.
7. El software que funciona es la medida primaria de progreso.
8. Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenido. Los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben mantener un ritmo constante indefinidamente.
9. La atención continua a la excelencia técnica enaltece la agilidad.
10. La simplicidad (el arte de maximizar la cantidad de trabajo que no se hace) es esencial.
11. Las mejores arquitecturas, requerimientos y diseños emergen de equipos que se autoorganizan.
12. A intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre la forma de ser más efectivo y ajusta su conducta en consecuencia."

En líneas generales las metodologías ágiles proponen la realización de desarrollos cortos con alta participación del usuario, sin previa planificación de actividades mas allá de una definición de alcances referencial y del tiempo, y son tendientes a una implementación inmediata.

Han demostrado ser muy aptos para tareas de construcción de nuevas presentaciones de información, por ejemplo, en sitios Web, y no tan efectivos para desarrollo de sistemas que requieran definiciones de múltiples estructuras de almacenamiento y complejos procesos de transformación.

Entre ellas encontramos:

- RAD (*Rapid Application Development*). Precursora de los métodos ágiles, este término fue utilizado por Jame Martin para describir un ciclo de desarrollo iterativo con utilización extensiva de prototipos y alta participación del usuario.
- *Dynamic Systems Development Method* (DSDM), evolución de RAD.
- *eXtreme Programming* (XP). En XP la construcción del sistema se realiza en base a una "historia compartida" por usuarios y desarrolladores, que se va acotando para su desarrollo y prueba simultánea. Los usuarios deben estar presentes durante todo el desarrollo para relatar la historia, elaborar la prueba e implementar. La codificación se hace "de a pares", mientras un programador escribe sobre el teclado otro realiza la revisión en tiempo real de lo que va haciendo, alternando los roles.

Sus principales críticos señalan:

- Falta de una definición explícita del producto a desarrollar, que se cubre con múltiples versiones, como si fueran nuevos requerimientos.
- Versiones que son sucedidas por otras versiones, sin un claro objetivo a cumplir y con costos no justificados más que por la práctica realizada.
- Imposibilidad de realizar un análisis de costos previstos, ya que la falta de plan impide el establecimiento de límites, alcances y costos asociados, por lo que no resultan aplicables a proyectos de mediano y largo plazo.
- Dificultad de mantenimiento posterior debido a la falta de documentación.

CAPÍTULO 12

METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

Las metodologías son propuestas teóricas para llegar al objetivo de desarrollo de sistemas que incluyen los artefactos (básicamente procesos y herramientas) para llegar al objetivo de desarrollar la aplicación.

Una metodología, para considerarse como tal, debe responder a una serie de principios dados y articular sus elementos en forma lógica, conformando un sistema de relaciones organizado según un cierto orden.

Como objetivos últimos de las metodologías podemos mencionar:

- Describir cómo hacer técnicamente para obtener el producto (proceso).
- Servir como elemento de comunicación (herramientas de documentación).

Este último elemento es fundamental tanto para el éxito del proceso de desarrollo, como para la operación (mantenimiento) posterior.

El proceso de comunicación en el momento de desarrollo es de gran trascendencia para:

- Lograr que el analista interprete las necesidades, acordando la tarea a realizar (no significa "hacer todo lo que se solicite", ya que puede haber pedidos fuera del alcance del sistema en desarrollo, pero si que ambos tengan en claro qué se hace y no se hace, sin generar falsas expectativas).
- Lograr que los constructores interpreten las especificaciones, construyendo lo diseñado.

La comunicación hacia el futuro debe atender a que quienes se ocupen posteriormente de la utilización, operación y mantenimiento del sistema, tengan la información suficiente para realizar sus tareas.

El objetivo de comunicación toma mayor relevancia en la medida que intervengan más personas, tanto en la definición de requerimientos como en el desarrollo y la implantación del sistema.

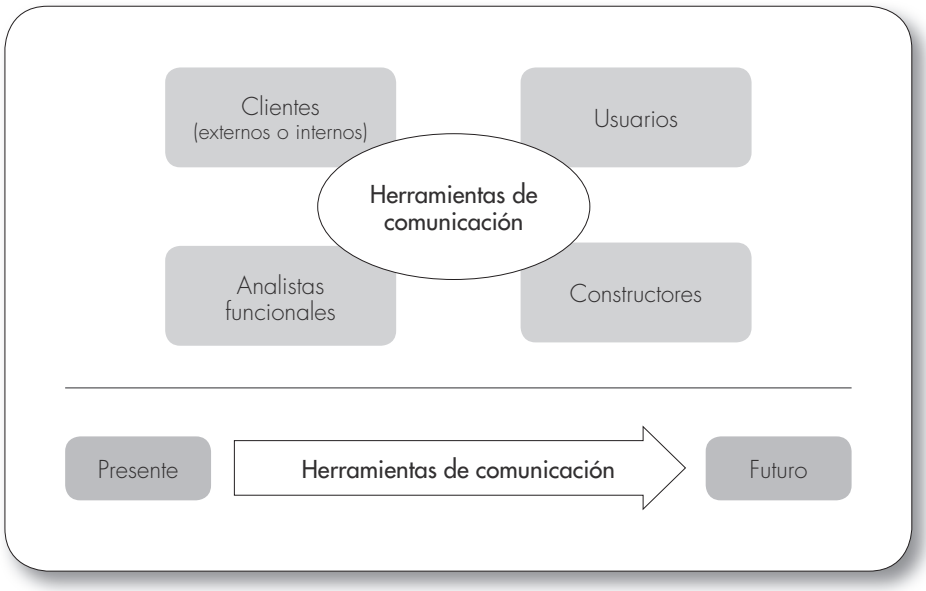


Figura 12.1
Documentación como elemento de comunicación

Prototipos como herramienta de comunicación

Los prototipos son representaciones del sistema en desarrollo para que el analista pueda representar su visión final a los ojos del usuario.

Según su profundidad pueden limitarse a la visión externa del sistema (imágenes de pantallas y listados) o simular su comportamiento incluyendo alguna funcionalidad de la aplicación, por ejemplo, simulando el ingreso de datos o incluyendo el encadenamiento de pantallas.

Al presentar el prototipo al usuario se completa el circulo de comunicación, validando los requerimientos y facilitando los ajustes que se detecten.

El uso de prototipos es una técnica que puede ser aplicada independientemente, tanto del ciclo de vida como de la metodología de desarrollo que se utilice, y puede extenderse a todo el sistema o sólo a las funciones identificadas como críticas.

Encontramos dos metodologías dominantes en la actualidad, la metodología de análisis y diseño estructurado, y la metodología de análisis y diseño orientado a objetos. A ellas se suman una serie de propuestas que toman en gran medida componentes de aquéllas.

12.1 METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURADO

Estas metodologías[95] proponen la construcción de un "modelo lógico" del sistema mediante la descomposición gradual de los requerimientos del negocio, para llegar a funciones elementales, sobre las cuales se detallan las especificaciones para programación y se realizan los ajustes necesarios para la implementación física.

Utilizan pocas y simples herramientas para descomponer el sistema de manera tal, que facilitan tanto su comprensión por parte de usuarios y desarrolladores como su construcción y mantenimiento.

[95] Podemos mencionar, entre otras, las siguientes variaciones metodológicas menores en los siguientes trabajos: Larry Constantine y Eduard Yourdon, *Structured Design*, Yourdon Press, 1975; Tom DeMarco, *Structured Analysis and System Specification*, Prentice Hall, 1979; Chris Gane y Trish Sarson, *Structured Systems Analysis: Tools and Techniques*, Mcdonnell Douglas Information, 1977; y, últimamente, con actualización Web, Eduard Yourdon, *Just Enough Structured Analysis*, Yourdon Press, 2006.

El análisis se realiza desde dos visiones complementarias, la de los datos y la de los procesos.

- Los procesos, específicos para el sistema tratado, interactúan con los datos.
- Los datos se encuentran disponibles tanto para estos procesos, como para otros que los requieran, en un entorno de integración de múltiples aplicaciones.

Este enfoque permite, con una adecuada gestión de datos, facilitar la reutilización de datos, siendo este un objetivo perseguido para lograr una integración eficaz y efectiva de las aplicaciones.

12.1.1 Visión desde los procesos

La visión desde los procesos, basadas en los conceptos propuestos por Stevens, Myers y Constantine en 1974[96], se realiza partiendo de un diagrama general representativo del sistema y avanzando en su descomposición, desde lo general a lo particular, utilizando como herramienta el diagrama de flujo de datos (DFD).

El DFD describe el sistema como una red de "procesos" conectados, mediante "flujos de datos", entre ellos mismas, con agentes externos (usuarios u otras aplicaciones) y con almacenamientos de información.

Debido al enfoque de descomposición gradual encontramos diferentes niveles de DFD, donde:

- La graficación de más alto nivel se denomina "diagrama de contexto" o DFD de nivel 0, y se limita a exponer la interacción entre el sistema y los agentes externos que actúan como fuentes y destinos de los datos. Muestra todo el sistema como un proceso único.
- Este DFD de contexto se "explota" en el nivel 1, donde se desagregan los principales procesos del sistema modelado y su relación con los almacenamientos de información internos del sistema y los agentes externos señalados en el nivel 0.
- Sucesivamente cada proceso se "explota" en el nivel siguiente, respetando la relación con agentes externos y almacenes de información, y agregando los almacenes internos de ese nivel.
- Luego de llegar al último nivel de descomposición, el comportamieno del proceso se detalla para su codificación fuera del DFD, utilizando principalmente los siguientes artefactos específicos:
  - Lenguaje estructurado
  - Tablas de decisión
  - Árboles de decisión

12.1.2 Visión desde los datos

La visión desde los datos llega a la formulación de la estructura lógica de datos (en la cual los datos requeridos por el sistema son agrupados en entidades) requerida para soportar los procesos del sistema, utilizando la técnica de normalización y graficando el resultante en el diagrama de entidad relación, detallado en el Capítulo 10.

La técnica de normalización parte por la identificación de todos los elementos de la base, analiza las relaciones subyacentes entre ellos y permite determinar la mejor forma de organizar los datos en tablas, en función de esas relaciones. Se basa en el estudio profundo de las relaciones subyacentes entre los elementos, a la luz de los requisitos del sistema objeto y la aplicación de principios de álgebra de relaciones.

[96] "Structured design" en *IBM Systems Journal*, 1974.

La normalización fue formalizada por E. F. Codd en *A relational Model of Data for large shared data banks*, 1970.

Los estudios de Codd demostraron que todas las relaciones entre datos pueden resumirse a relaciones simples entre tablas de dos dimensiones (filas y columnas), y que la estructura así determinada es la más simple que puede establecerse para representar adecuadamente el sistema objeto, dando mayor facilidad tanto para responder preguntas, que pueden resolverse con los elementos ya contenidos, como para responder nuevos requisitos, que necesiten el agregado de elementos adicionales.

Las entidades así creadas se denominan relacionales; y esta teoría es la base sobre la cual se desarrollan los sistemas administradores o de gestión de bases de datos relacionales. Sin embargo, no es necesario contar con una base de datos relacional para reconocer la estructura lógica de datos, que puede implementarse tanto con bases relacionales como con bases jerárquicas o archivos tradicionales.

El proceso de normalización garantiza que la estructura de datos así determinada es la que mejor representa la realidad subyacente a los datos requeridos por el sistema. Como consecuencia también asegura que tanto el mantenimiento posterior como las ampliaciones y la integración con otros sistemas, que seguramente requerirían el agregado de nuevos datos y/o nuevas tablas con nuevos datos, no va a desnaturalizar la estructura lógica definida.

La experiencia empírica demuestra que el desarrollo de aplicaciones informáticas, sin considerar un diseño de datos encuadrado en la estructura lógica subyacente, provoca, ante el agregado de nuevas funciones o cambios en las existentes, una mayor necesidad de modificaciones en las aplicaciones con los consiguientes costos y tiempos adicionales en el mantenimiento y el crecimiento de los sistemas, debido al aumento en la complejidad de las interrelaciones entre los elementos nuevos y los existentes.

Por lo tanto, la estructura lógica de datos debería ser considerada como la base sobre la cual no sólo se construirá una aplicación en particular, sino también la base sobre la cual se asentarán las modificaciones a esa aplicación, y los futuros desarrollos e integraciones con otras aplicaciones.

Como comentamos ambas visiones son complementarias. Los almacenamientos de datos referidos en el DFD corresponden a las entidades de información utilizadas en el DER, y los datos contenidos en las entidades de información del DER deben ser utilizados en los procesos del DFD.

Luego de consensuado el diseño lógico, se realiza su implementación física. Para esta implementación se tienen en cuenta las restricciones tecnológicas. En particular la estructura lógica de datos puede recibir una gran cantidad de modificaciones, las que se llaman "desnormalización", para que sea físicamente implementable debido a restricciones impuestas por el nivel tecnológico disponible (básicamente capacidad de almacenamiento y tiempo de respuesta); sin embargo, ello no obsta que se busque definir adecuadamente la estructura lógica, como marco de referencia de cualquier tarea posterior.

Como herramientas adicionales podemos mencionar las siguientes:

- Diccionario de Datos (DD)
  - Repositorio integrado de todos los datos ingresados, producidos, administrados y entregados por el sistema.
- Diagrama de Transición de Estados (DTE)
  - Modelización del comportamiento.
  - Representa el comportamiento de un sistema exponiendo los eventos que producen que el sistema cambie de estado y destaca qué acciones se llevan a cabo como consecuencia de ese cambio.

En los anexos del Punto 12.4 incluimos ejemplos de DFD y una breve descripción del proceso de normalización.

12.2 METODOLOGÍAS ORIENTADAS A OBJETOS

A diferencia de los métodos estructurados, que separan datos de procesos, el enfoque de análisis y diseño orientado a objetos (ADDO) une datos y procesos en artefactos denominados "objetos".

Mientras que el enfoque tradicional (y el estructurado) se basa en el análisis de eventos y la determinación de su equivalente lógico, el enfoque OO requiere que esos eventos pertenezcan a un "objeto" identificable. Un objeto puede ser un lugar, una persona o una cosa relevante para el sistema, por ejemplo, un objeto puede ser un cliente, una factura, un empleado, un proveedor.

Eso supone un avance en cuanto a la reutilización e integración aplicativa con relación a los métodos estructurados, donde los datos son compartidos mientras que los procesos son específicos para cada aplicación.

Las actividades de desarrollo se centran en los objetos. El software se organiza a partir de los elementos que existen en el dominio del problema.

Como en el caso de la metodología estructurada, el análisis y diseño orientado tiene por objetivo la construcción de un modelo que interprete la complejidad subyacente en el sistema objeto y la determinación de su equivalente lógico, no la aplicación de herramientas de programación orientadas a objetos.

En tal sentido, Rumbaugh[97], uno de los principales referentes de las metodologías de ADDO, nos dice:

> "La esencia del desarrollo orientado a objetos es la identificación y organización de conceptos del dominio de la aplicación, y no de su representación final en un lenguaje de programación tanto si éste es orientado a objetos como si no lo es".

La implementación física posterior dependerá de los lenguajes y bases de datos utilizados.

En los términos de ADDO un objeto es todo conjunto cohesionado (adherido fuertemente, atraído internamente), integrado por dos componentes esenciales:

- Atributos (datos organizados).
- Servicios (referentes lógicos de los procesos de transformación, operaciones, los cuales reciben y entregan información al exterior del objeto por medio de parámetros).
- Métodos (forma en que se implementan los servicios; un mismo servicio puede implementarse con diferentes métodos, dependiendo de la tecnología que se utilice, siendo esto transparente para el usuario).

El armado conjunto de atributos, servicios y métodos se denomina "encapsulado".

El "encapsulado" provoca "ocultamiento de información", haciendo visibles y accesibles los datos sólo mediante los servicios implementados, así:

- Protege los datos del uso arbitrario.
- Oculta los detalles de la implantación interna a los usuarios de un objeto, por lo que los usuarios conocen los servicios que puede solicitar del objeto, pero desconocen los detalles de cómo se llevan a cabo.

[97] Rumbaugh y otros, *Modelado y diseño orientado a objetos*, Prentice Hall, 1996.

- Al separar el comportamiento del objeto de su implantación, permite la modificación de ésta sin que se tengan que modificar las aplicaciones que lo utilizan, en la medida que se mantengan los servicios.

El "objeto" factura puede tener como servicios, entre otros, los siguientes:

- Informar nombre del cliente destinatario de la factura.
- Informar importe total.

Un objeto contiene estructuras de datos y comportamientos que lo caracterizan.

Sólo se accede a él por los servicios establecidos.

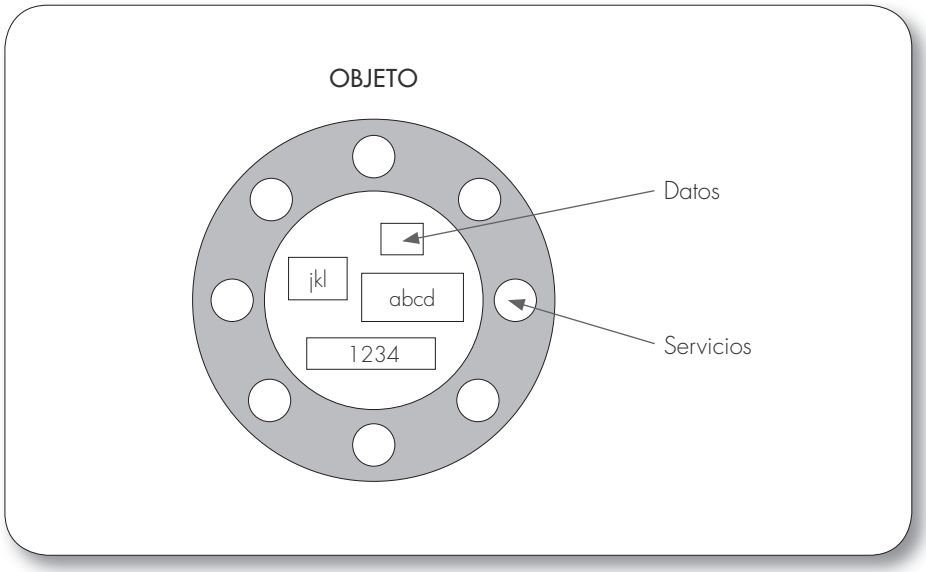


Figura 12.2
Encapsulamiiento de datos y servicios en el objeto

Los distintos objetos se comunican por "mensajes". Un mensaje solicita un servicio que ejecute el método[98] apropiado y, en su caso, realize una modificación de datos y/o produzca una respuesta. El mensaje que constituye contiene el nombre del objeto, el nombre del servicio y, según corresponada, un grupo de parámetros.

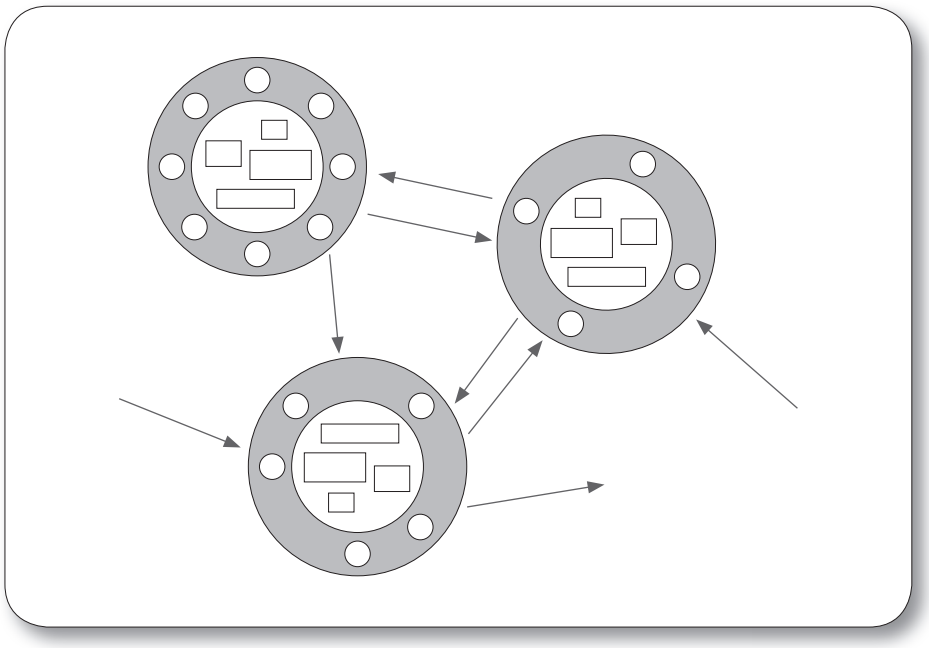
De esta forma se pueden "armar" aplicaciones nuevas combinando, mediante mensajes, objetos existentes, integrando en objetos y construyendo los objetos no existentes. Asimismo, un objeto puede estar compuesto por otros objetos, formando un objeto complejo.

Por ejemplo, en un sistema de un banco, el objeto que provee (tiene el servicio) de "dar saldo de cuenta" será el mismo si el saldo se consulta desde una posición de caja, desde un cajero automático o desde internet, así como también será el mismo si se lo solicita para determinar si se paga o no un cheque contra ese saldo.

[98] Un "servicio", una vez que se avanza en la construcción, se implementa en los lenguajes de programación como uno o varios "métodos".

Figura 12.3

Comunicación entre objetos



Los objetos tienen las siguientes características:

a) Clasificación

Una clase es un grupo de objetos que tiene atributos y comportamientos similares.

b) Identidad o instanciación

Objetos con iguales atributos y servicios son distinguibles entre si, debido a que tienen una característica distintiva de "identidad".

Por ejemplo, dentro del objeto "factura", el número de documento le da "identidad".

Por lo tanto, un objeto es una "instancia" única de una clase, que posee su propio valor para cada uno de los atributos, pero comparte los nombres de atributos y las operaciones del resto de la clase.

c) Jerarquía y herencia

Las clases se encuentran relacionadas jerárquicamente, y comparten atributos y servicios tomando como base esa relación jerárquica.

Una clase puede incluir sub-clases de nivel jerárquico inferior.

Esta es una característica fundamental y trascendente, ya que permite que conociendo el comportamiento de la "clase" se sabe que la subclase tiene el mismo comportamiento, más otros comportamientos adicionales específicos de ella.

d) Polimorfismo

Un mismo servicio puede comportarse de manera diferente en distintas instancias de una misma clase, por aplicación de un método diferente.

Así un usuario no necesita conocer el método aplicado para una operación o servicio, y, a la vez, se pueden agregar instancias nuevas a una clase en la medida en que el objeto de la instancia tenga el servicio con su método.

Durante el proceso de diseño se realiza la "segmentación", esto es la asignación de responsabilidades a una clase de objetos, para lo que se requiere. Así los requeri-

mientos son cumplidos por los objetos según su pertenencia lógica, y no en función de la forma en que fueron relevados o de su implementación física.

Por ende, se "centralizan" todas las funciones que corresponden al mismo objeto, es decir, utilizan los mismos datos y realizan la misma transformación, generando economías en del desarrollo y el mantenimiento al garantizar la reusabilidad.

Encontramos una profusión de herramientas utilizadas en metodologías orientadas a objetos, algunas de ellas superpuestas. Esto hace que los artefactos correspondientes a las metodologías orientadas a objetos resulten complejas y requieran una mayor formación para su interpretación que los artefactos de diseño estructurado.

Un esfuerzo de unificación de estas herramientas se realizó con la construcción del lenguaje unificado de modelado, concido como UML por sus siglas en inglés (*Unified Modeling Language*). Este conjunto de artefactos para modelado fue diseñado en su primera versión por un trabajo conjunto de los principales autores del enfoque de diseño orientado a objetos, James Rumbaugh, Grady Booch e Ivar Jacobson. El UML en su versión actual describe trece herramientas, siendo ellas:

i) Diagramas estructurales

1. Diagrama de clases
2. Diagrama de componentes
3. Diagrama de objetos
4. Diagrama de estructura compuesta
5. Diagrama de despliegue
6. Diagrama de paquetes

ii) Diagramas de comportamiento

7. Diagrama de actividades
8. Diagrama de casos de uso
9. Diagrama de estados

iii) Diagramas de Interacción (subtipo de diagramas de comportamiento)

10. Diagrama de secuencia
11. Diagrama de comunicación
12. Diagrama de tiempos
13. Diagrama global de interacciones

A continuación, haremos una breve descripción de los artefactos que, a nuestro juicio, resultan de mayor utilidad para la modelización del sistema objeto:

a) Estructurales

a.1) Diagrama de clases

- Muestran la relación entre clases de objetos.

b) De comportamiento e interacción

b.1) Diagrama de casos de uso

- Herramientas de comunicación muy simple y efectiva, que puede utilizarse con cualquier metodología.
- Modelan el diálogo entre un actor y el sistema describiendo la funcionalidad que ofrece el sistema al actor.
- El conjunto de casos de uso del sistema constituyen todas la formas de uso definidas en el sistema.

- Documentan el comportamiento del sistema desde el punto de vista externo, detallando:
  - funciones requeridas para el sistema
  - los actores
  - la interacción entre las funciones y los actores
- Se constituyen en el medio principal para viabilizar el diálogo entre usuario y desarrollador acerca de las funcionalidades del sistema y su comportamiento, para llegar a los acuerdos correspondientes en relación al producto a entregar.
- Un caso de uso describe en lenguaje natural, la forma en que un "actor" del mundo real (persona, organización o sistema externo) interacciona con el modelo.
- Comprende un diagrama y la explicación en castellano de la forma en que el "actor" (persona, organización o sistema externo) interactúa con el modelo.
- Este modelo va agregando nivel de detalle en la medida en que se avanza en la defínción. En sus comienzos puede referirse solamente al "curso normal de los eventos" (por ejemplo, en el caso de una venta con pago con tarjeta, no considerar las acciones en caso de rechazo de crédito) y luego avanzar en los "escenarios alternativos" a ese curso normal.

b.2) Diagrama de actividades

- Exponen las actividades de un caso de uso en la forma en que se van dando, incluyendo actividades paralelas y decisiones tomadas.
- Tiene una conformación similar al tradicional cursograma.

b.3) Diagrama de secuencias

- Muestran la relación entre las diferentes funciones detalladas en los casos de uso y los objetos y servicios que esas funciones requieren.

En los anexos del Punto 12.4 incluimos ejemplos de casos de uso, diagramas de actividades y de secuencias.

Uno de los principales problemas de esta metodología es la necesidad de una total y completa definición de clases al inicio de las actividades, a los efectos de asegurar que nuevas necesidades no requieran asignaciones de responsabilidades a objetos existentes respetando la herencia entre clases y subclases.

Esto, considerando la natural fragmentación que tiene todo proceso de incorporación de software, resulta imposible en la práctica, ya que hasta ahora no se ha desarrollado un proceso tal, que, de forma análoga al proceso de normalización para el caso de estructuras de datos, garantice una distribución adecuada de servicios y datos entre clases y subclases.

En los casos en que esas nuevas responsabilidades requieran la modificación de algún servicio que no respete la herencia (ascendente o descendente), siguiendo la teoría, se debe realizar una recomposición de servicios y clases, con costos que pueden ser significativos. Ante esta situación se plantean tres alternativas:

- Asumir el costo de reorganización de clases.
- Copiar y modificar clases. Armar una nueva y específica estructura de objetos y clases, con los nuevos requisitos de herencia, con lo que se producen duplicaciones innecesarias.
- Negar la herencia. No respetar la herencia en algún punto de la cadena de clases-subclases con lo que conocer la clase no implica conocer la subclase, desnaturalizando la metodología.

Un ejemplo simple servirá para conceptualizar esta situación:

Las "cajas de ahorro" y las "cuentas corrientes" tienen muchas características comunes, teniendo como principal diferencia que las segundas permiten el manejo de descubiertos.
Supongamos que estamos desarrollando el sistema bancario de cajas de ahorro.
Definimos la "clase" "caja de ahorro", e implementamos servicios que no permiten que tenga descubierto.
Si luego queremos desarrollar el sistema de "cuentas corrientes" encontraremos que la clase "caja de ahorros" implementa la gran mayoría de los servicios requeridos, sin embargo, tiene como característica la inexistencia de descubiertos.
Esto tiene significativas implicancias, sin ir más lejos el "saldo disponible para pagos" en el caso de cuenta corriente es diferente que en el de caja de ahorros.
Desde la metodología corresponde definir una clase "cuenta" que tenga como subclases "caja de ahorro" y "cuenta corriente", donde todos los servicios comunes se encuentren implementados en la clase y los pocos servicios específicos en las subclases "caja de ahorros" y "cuenta corriente". Esto puede implicar una serie significativa de cambios.
En el caso de "copiar y modificar clases" se copiaría la estructura completa introduciendo los cambios a nivel de clase, duplicando de esta manera el código a mantener.
En el caso de "negar la herencia" se modificaría un servicio según el tipo de cuenta, con lo que los servicios de la clase no se aplican a todas las subclases.

12.3 ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA INCORPORACIÓN DE SISTEMAS DEL MERCADO (PAQUETES DE SOFTWARE)

Si bien la incorporación de sistemas del mercado, tal se describen en la parte dos, no presenta la complejidad de un desarrollo de todas formas, es necesario comparar explícitamente la diferencia entre los requerimientos y las funciones disponibles.

Si bien estos sistemas ofrecen una funcionalidad estándar flexibilizada en forma paramétrica –es decir, modificando ciertos valores en archivos del sistema que provocan que el mismo cambie su comportamiento– es habitual que no cumplan con todos los requerimientos funcionales y de integración con el resto de sistemas de la organización.

Si fuera necesario cumplir con requerimientos no cubiertos por el paquete ya parametrizado, nos encontraríamos ante la necesidad de modificar el producto, construir agregados por afuera del producto (por ejemplo, tomando los datos que el sistema utiliza y explotándolos con otras aplicaciones) o complementar el producto con tareas manuales.

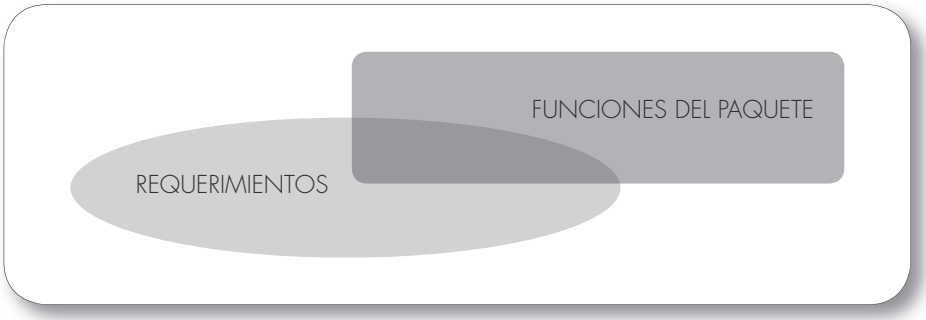


Figura 12.4
Diferencias en alcance deseado y alcance implementado en el paquete

Por lo tanto, los requerimientos no cubiertos por el paquete pueden dar lugar a:

- Incorporar el paquete, sin esos requerimientos.
- Realizar adecuaciones y desarrollos complementarios para cumplir con esos requerimientos.
- Alguna situación intermedia.

La detección y explicitación de la brecha entre requerimientos y disponibilidades debe realizarse en forma temprana, antes de la adquisición misma del paquete, ya que la cobertura de ella puede generar costos tales que, de haberlos conocido anteriormente, podrían haber cambiado la decisión tomada, tanto hacia la adquisición de otro paquete (inicialmente más caro, pero con menor necesidad de adaptación, resultando en un menor costo total) como, incluso, un desarrollo a medida.

Tanto las adecuaciones como la implementación del paquete en sí mismo, requiere un enfoque de ciclo de vida y metodológico.

12.4 ANEXOS

12.4.1 Ejemplos de diagrama de flujo de datos (DFD)

Figura 12.5
Componentes de un DFD

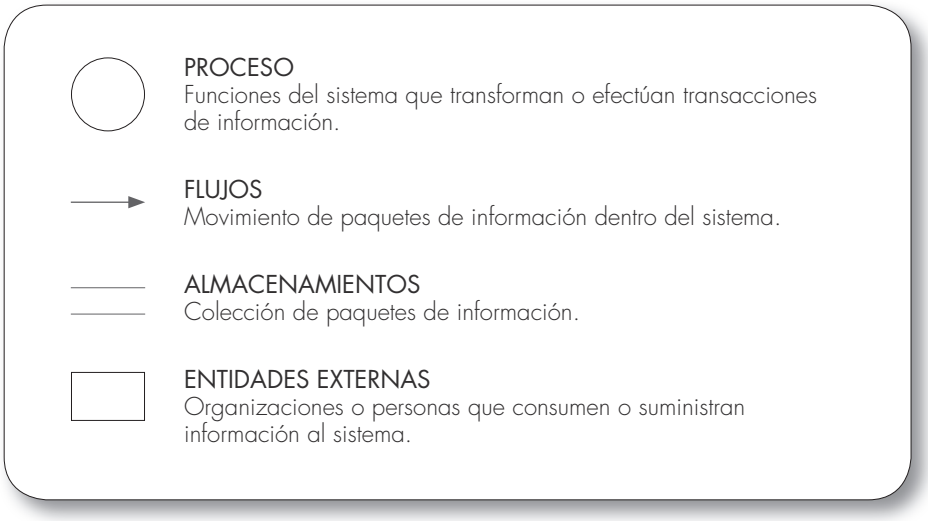
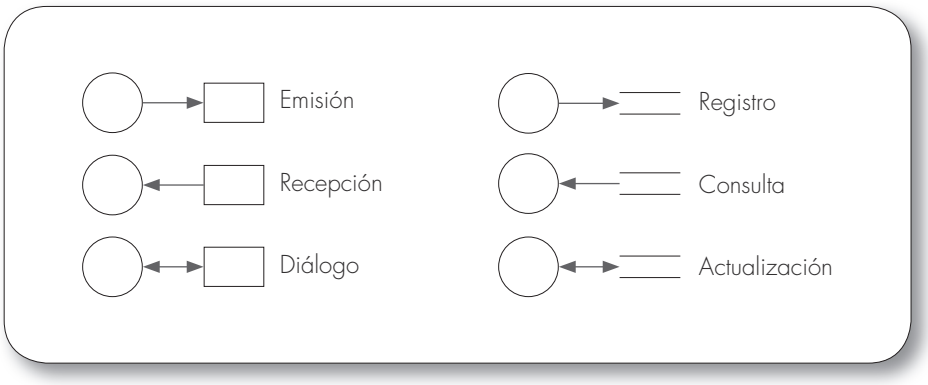


Figura 12.6
Interacción entre componentes de un DFD



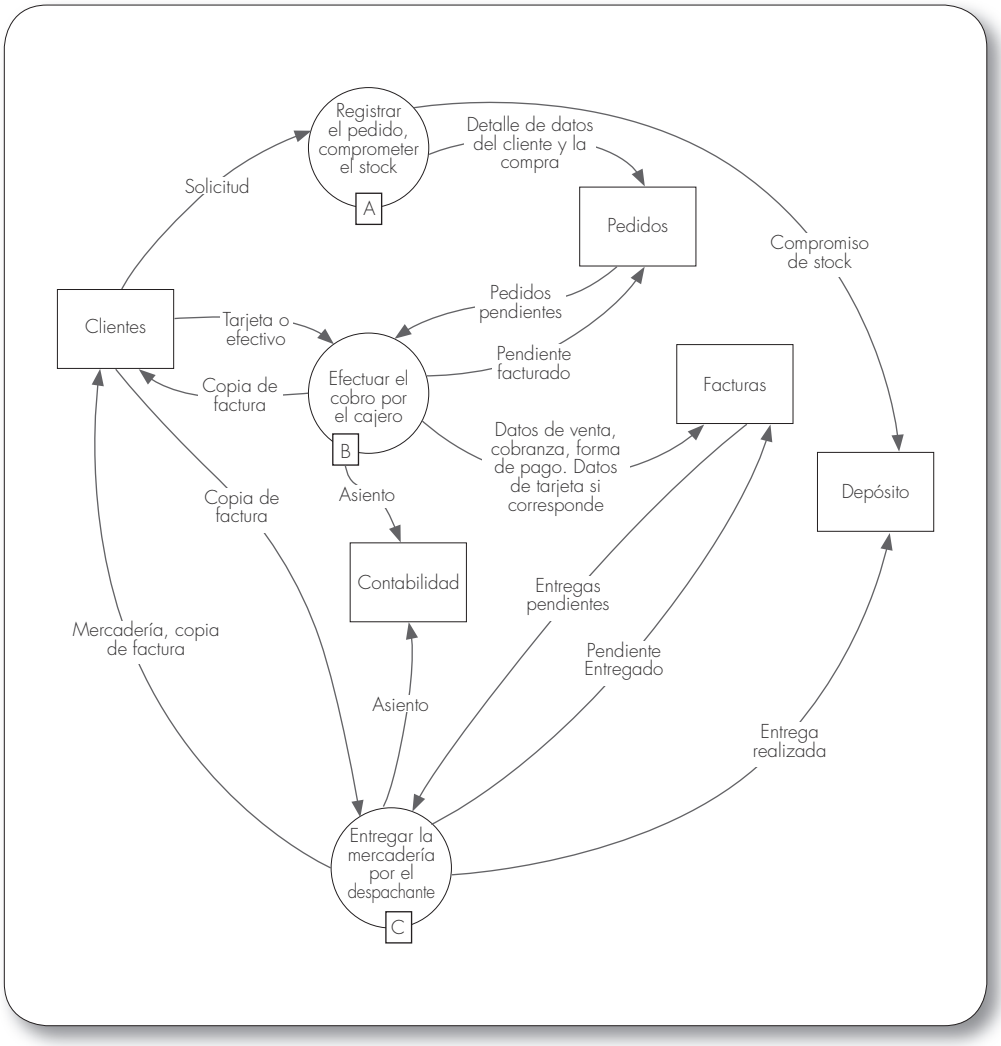


Figura 12.7

Ejemplo de DFD de nivel 1. Venta en local (simplificado)

12.4.2 Proceso de Normalización. Síntesis conceptual de la técnica alcanzando las tres primeras formas normales

a) Identificación de los elementos intervinientes

Se trata de realizar un inventario exhaustivo de los elementos que intervienen y el origen de ellos.

En esta etapa deben individualizarse y excluirse de la base de datos aquellos que pueden ser generados en función de cálculos aplicados sobre otros. Por ejemplo, la nota de un trimestre es un elemento calculable considerando la cantidad de notas del trimestre y la suma de ellas.

Tomemos como ejemplo para este desarrollo la búsqueda de la estructura de datos de un sistema simple en el que se cuente con los siguientes documentos:

- Pedido
- Factura
- Informe diario de totales facturados
- Detalle de facturación del día

Veamos su representación en las siguientes figuras:

Figura 12.8
Pedido

PEDIDO

Número: .....
Fecha: ..... / ..... / .....

Sres.: .....
Domicilio: .....
CUIT: .....

Artículo	Cantidad

Figura 12.9
Factura

FACTURA

A

EMPRESA XX:
CUIT 99-99999999-9
Corresspondiente al pedido N° .....

Número: .....
Fecha: ..... / ..... / .....

Sres.: .....
Domicilio: .....
CUIT: .....

Artículo	Descripción	% IVA	Cant.	P.U.	Importe

Subtotal mercaderías	
IVA	
TOTL FACTURA	

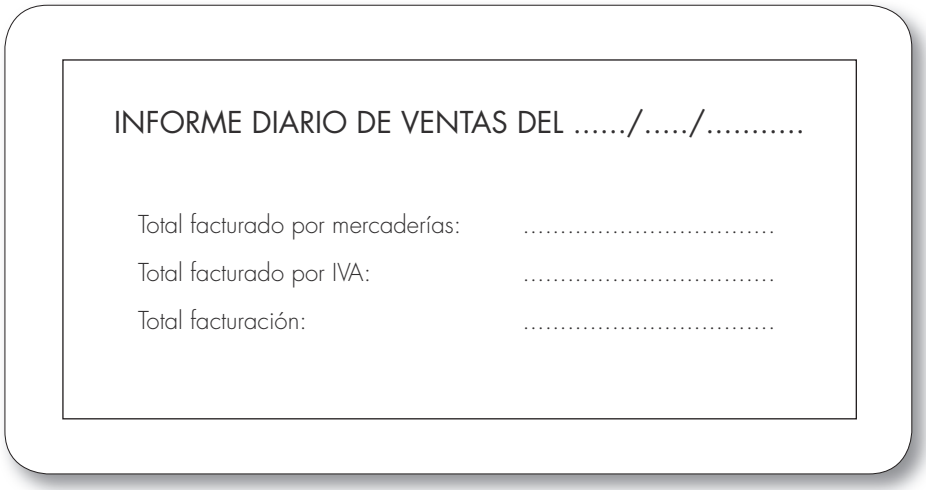


Figura 12.10
Informe diario de totales facturados

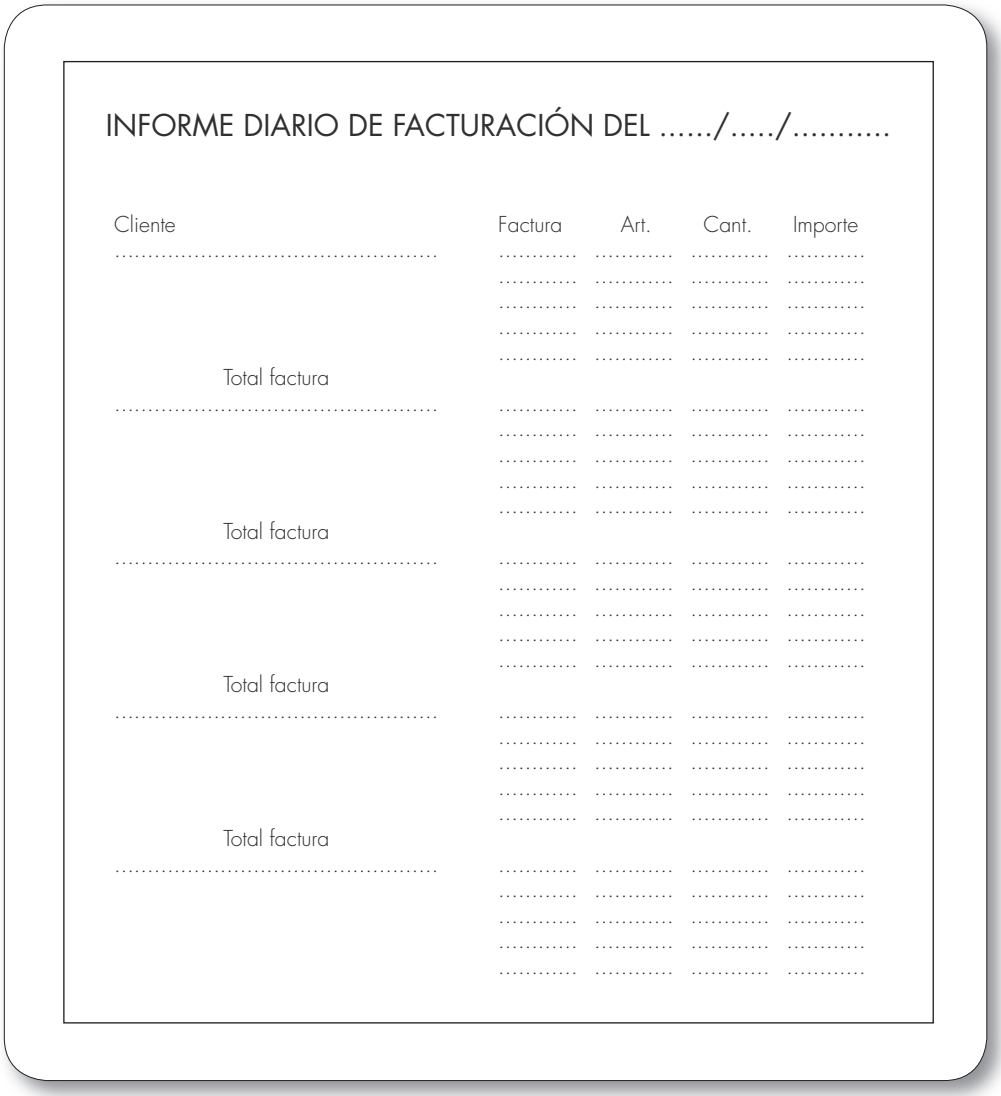


Figura 12.11
Detalle de facturación del día

Por lo tanto, identificamos los siguientes elementos:

Tabla 12.1

Elemento	Pedido	Factura	Informe diario	Detalle diario
Número de pedido	X	X		
Fecha pedido	X			
Nombre cliente	X	X		X
Dirección cliente	X	X		
Datos impositivos cliente	X	X		
Código artículo	X	X		X
Cantidad	X	X		X
Número factura		X		X
Fecha factura		X		
Nombre artículo		X		
Porcentaje IVA aplicable		X		
Precio unitario artículo		X		
Importe total artículo		X		X
Subtotal mercaderías		X		X
Importe IVA		X		
Total factura		X		
Total diario mercaderías			X	
Total diario IVA			X	
Total diario facturación			X	

Incorporaremos ahora una nueva columna, la que denominaremos Columna Origen de Datos (COD) en la que identificaremos con "C" (de calculable) aquellos elementos que pueden ser determinados, desde un estricto punto de vista lógico, mediante la elaboración de datos de otros elementos. Estos datos son "redundantes", no necesitan ser almacenados ya que pueden ser elaborados cuando sea necesario.

Tabla 12.2

Elemento	Pedido	Factura	Informe diario	Detalle diario	COD
Número de pedido	X	X			
Fecha pedido	X				
Nombre cliente	X	X		X	
Dirección cliente	X	X			
Datos impositivos cliente	X	X			
Código artículo	X	X		X	
Cantidad	X	X		X	
Número factura		X		X	
Fecha factura		X			
Nombre artículo		X			
Porcentaje IVA aplicable		X			
Precio unitario artículo		X			
Importe total artículo		X		X	C
Subtotal mercaderías		X		X	C
Importe IVA		X			C
Total factura		X			C
Total diario mercaderías			X		C
Total diario IVA			X		C
Total diario facturación			X		C

En este proceso debemos explicitar y documentar claramente los procesos necesarios para "reconstruir" los valores que excluimos de la estructura lógica, siendo estos:

Tabla 12.3

Elemento eliminado	Proceso para reconstruirlo
Importe total artículo	Cantidad x precio unitario artículo
Subtotal mercaderías	Sumatoria de importe total artículo de todas las líneas de factura
Importe IVA	Sumatoria para todas las líneas de la factura del resultado del siguiente cálculo: Importe total artículo x porcentaje IVA aplicable
Total factura	Subtotal mercaderías + Importe IVA
Total diario mercaderías	Sumatoria del subtotal mercaderías de todas las facturas del día
Total diario IVA	Sumatoria del importe IVA de todas las facturas del día
Total diario facturación	Sumatoria del total factura de todas las facturas del día

b) Agrupación genérica de datos. Formación preliminar de entidades

Se agrupan los elementos en "entidades preliminares" (registros tentativos), en función de sus características obvias.

Se determina cual es el "identificador" de cada entidad, siendo este el elemento que identifica unívocamente a todos los elementos del registro.

En nuestro caso:

Tabla 12.4

Entidad	Identificador	Elementos
PEDIDO	Número de pedido	Fecha pedido, nombre cliente, dirección cliente, datos impositivos cliente, (y por cada línea del pedido) código artículo, cantidad
FACTURA	Número de factura	Número de pedido, fecha factura, nombre cliente, dirección Cliente, datos impositivos cliente, (y por cada línea de la factura) código artículo, cantidad, nombre artículo, porcentaje IVA aplicable, precio unitario artículo

Sobre estas entidades se aplicará el análisis de relaciones.

c) Normalización según la primera forma. Eliminación de grupos repetitivos

Se identifican aquellos grupos de elementos que se repiten para un mismo registro, formando con ellos un registro independiente, vinculado con el originante por medio de su identificador.

Siguiendo con nuestro ejemplo, en una factura las líneas de la ésta representan un grupo repetitivo, todas ellas contienen como elementos "artículo", "cantidad" y "precio", por lo tanto se forma un nuevo registro, llamado "línea de factura", con los elementos "artículo", "cantidad" y "precio" (los que se excluyen de la entidad "factura") más el "número de factura", para permitir el relacionamiento de estas líneas de factura con la factura a la cual pertenecen.

Se define como identificador de la nueva entidad el conjunto de elementos "número de factura" y "artículo".

Tabla 12.5

Entidad	Identificador	Elementos
PEDIDO	Número de pedido	Fecha pedido, nombre cliente, dirección cliente, datos impositivos cliente
PEDIDO-ITEM	Número de pedido, código artículo	Cantidad
FACTURA	Número de factura	Número de pedido, nombre cliente, dirección cliente, datos impositivos cliente, fecha factura
FACTURA-ITEM	Número de factura, código artículo	Cantidad, nombre artículo, porcentaje IVA aplicable, precio unitario artículo

Una tabla está en primera forma normal (1FN) si no contiene grupos repetitivos de elementos para el mismo registro.

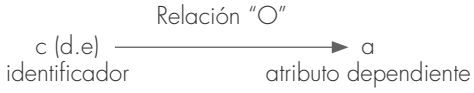
d) Normalización según la segunda forma. Eliminación de dependencias funcionales parciales con el identificador

Este paso consiste en abrir nuevas entidades para los atributos que no tengan dependencia funcional con el identificador completo.

Recordemos los conceptos de dependencia funcional simple y compleja:

Se dice que un dato "a" es funcionalmente dependiente de otro "b" en la relación "R" si para cada valor de "b" hay un y sólo un valor de "a" que cumpla con la relación "R".
Por lo tanto, dado un valor determinado de "b", podremos inferir el valor único que toma "a", determinado por la relación "R".
Gráficamente:

Asimismo se dice que un dato "a" es funcionalmente dependiente de otro dato más complejo "c" (formado por la unión de más de un dato no complejo) en la relación "O" si para cada valor de "c" hay un solo valor de "a" que satisface la relación "O".
Luego, conociendo el valor de los elementos componentes del complejo "c" podemos inferir el valor de "a" tal que cumpla la relación "O".
Gráficamente:



Por lo tanto, la tarea consiste en determinar cuales son los elementos que tienen una relación con el identificador parcializado, formando nuevas entidades con ellos, de forma tal que se pueda, en todo momento, reconstruir la información original.

Siguiendo con nuestro ejemplo encontramos, entre otros, que el nombre del artículo depende del código artículo, no del conjunto número de factura, código artículo.

Aplicando este análisis y realizando la normalización según las 2FN la nueva estructura de datos es:

Tabla 12.6

Entidad	Identificador	Elementos
PEDIDO	Número de pedido	Fecha pedido, nombre cliente, dirección cliente, datos impositivos cliente
PEDIDO-ÍTEM	Número de pedido, código artículo	Cantidad
FACTURA	Número de factura	Número de pedido, nombre cliente, dirección cliente, datos impositivos cliente, fecha factura
FACTURA-ITEM	Número de factura, código artículo	Cantidad
ARTÍCULO	Código artículo	Nombre artículo, porcentaje IVA aplicable, precio unitario artículo

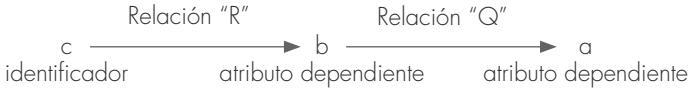
Nótese que la tabla ARTÍCULO es aplicable por igual para la reconstrucción de la información de las tablas PEDIDO-ITEM y FACTURA-ÍTEM.

Una tabla está en segunda forma normal (2FN) si todos sus elementos presentan dependencia funcional con el identificador completo.

e) Normalización según la tercera forma. Eliminación de dependencias funcionales transitivas con el identificador

Este paso consiste en abrir nuevas entidades para los elementos que no tengan dependencia funcional directa con el identificador, es decir, que tengan dependencia funcional con otro elemento y éste con el identificador.

Recordemos los conceptos de dependencia funcional transitiva:

> Siendo "a", "b" y "c" elementos de un conjunto dado, si "a" es funcionalmente dependiente de "b" en la relación "R" y "b" es funcionalmente dependiente de "c" en la relación "Q", se dice que "a" es transitivamente dependiente de "c" en las relaciones "R" y "Q".
> Por lo tanto, dado un valor determinado de "a", podremos inferir el valor único que toma "c", determinado por la relación compuesta "R" y "Q".
> Gráficamente:
>
> 
>

Por lo tanto, la tarea consiste en determinar cuales son los elementos que tienen una relación funcional indirecta con el identificador, formando nuevas entidades con ellos, de forma tal que se pueda, en todo momento, reconstruir la información original.

Siguiendo con nuestro ejemplo encontramos, entre otros, que la "dirección cliente" depende del "nombre del cliente" y este del "número de pedido" (para cualquier pedido de ese cliente la dirección será la misma, dependiendo del cliente, por lo tanto, la relación de dependencia de la dirección es con el cliente).

Aplicando este análisis y realizando la normalización según las 3FN la nueva estructura de datos es:

Tabla 12.7

Entidad	Identificador	Elementos
PEDIDO	Número de pedido	Fecha pedido, nombre cliente
PEDIDO-ITEM	Número de pedido, código artículo	Cantidad
FACTURA	Número de factura	Número de pedido, nombre cliente, fecha factura
FACTURA-ITEM	Número de factura, código artículo	Cantidad
ARTICULO	Código artículo	Nombre artículo, porcentaje IVA aplicable, precio unitario artículo
CLIENTE	Nombre cliente[99]	Dirección cliente, datos impositivos cliente

Nótese que la tabla CLIENTE es aplicable por igual para la reconstrucción de la información de las tablas PEDIDO-ÍTEM y FACTURA-ÍTEM.

[99] En la realidad nos encontraremos con Códigos de Cliente (que puede ser algún documento de uso generalizado como el CUIT/CUIL o un número ad hoc) siendo el nombre un elemento dependiente del Código.

Una tabla está en tercera forma normal (3FN) si todos sus elementos presentan dependencia funcional directa con el identificador completo.

Como mencionamos anteriormente, podemos graficar la relación entre las entidades determinadas con el diagrama de entidad relación (DER). En nuestro caso, un DER simple del ejemplo dado sería:

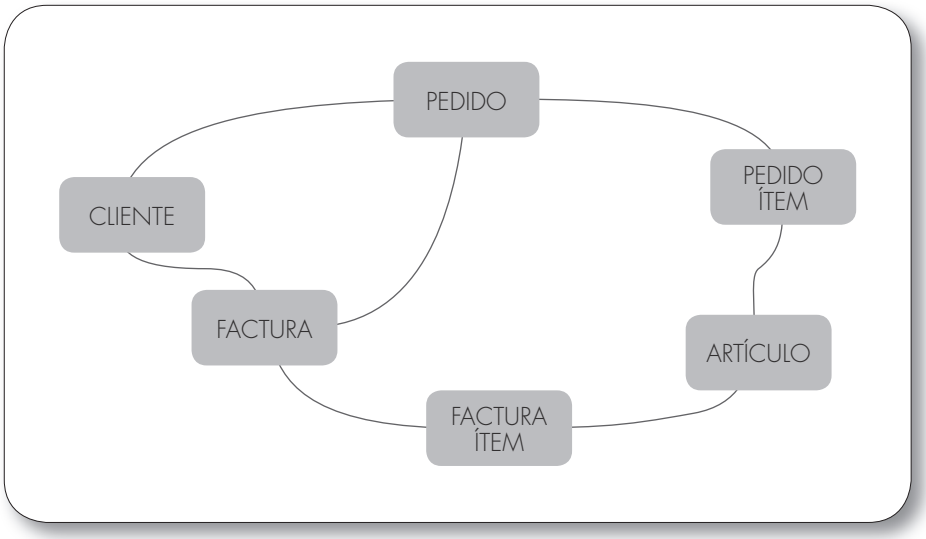


Figura 12.12
Ejemplo de un DER

12.4.3 Componentes y ejemplos de diagrama de transición de estados (DTE)

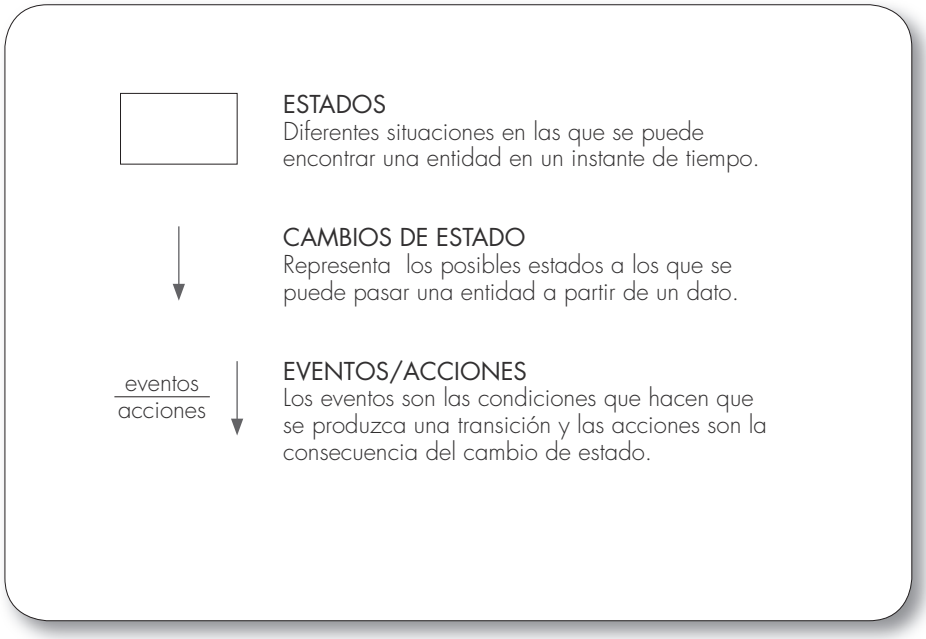
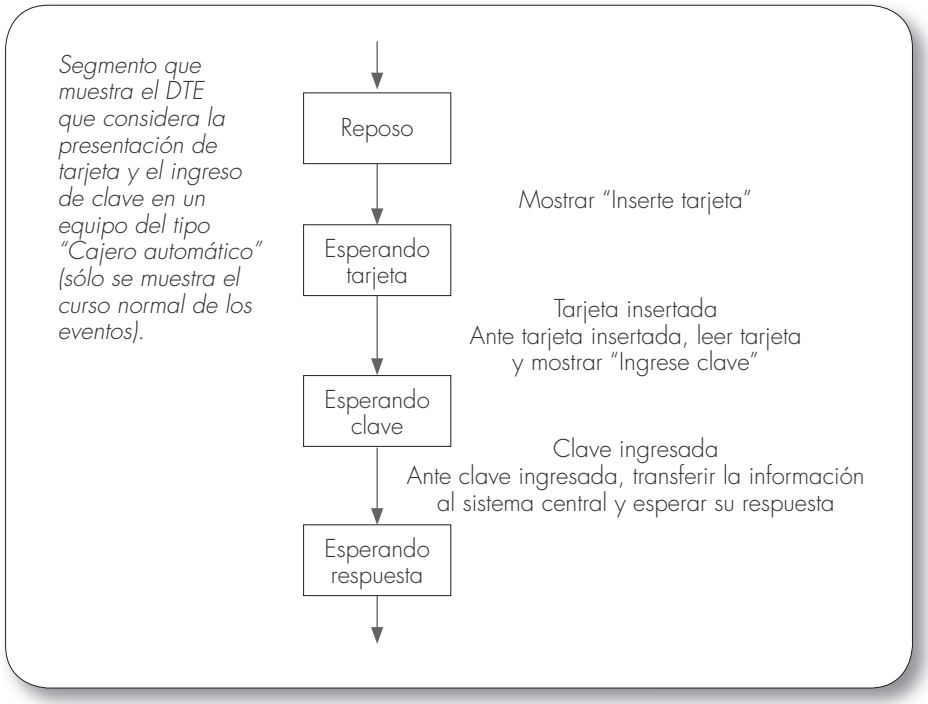


Figura 12.13
Componentes de un diagrama de transición de estados

Figura 12.14

Ejemplo de componentes de un diagrama de transición de estados



12.4.4 Componentes y ejemplos de diagramas casos de uso

Figura 12.15

Componentes de los diagramas de casos de uso

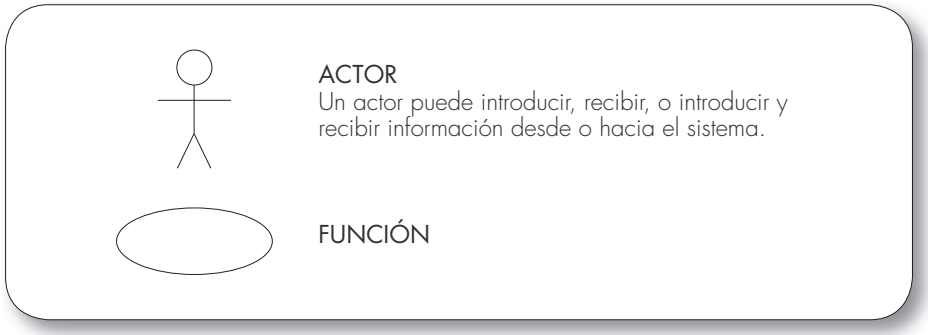
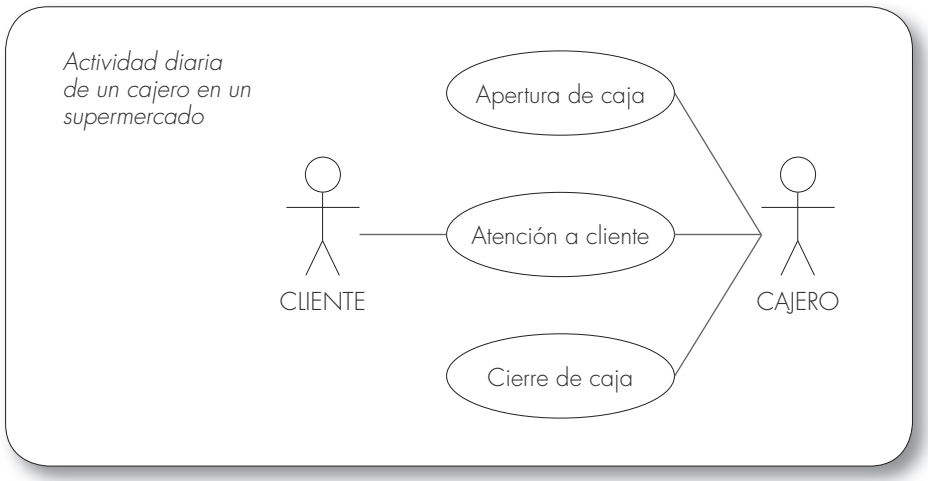


Figura 12.16

Ejemplo 1 de diagrama de casos de uso (simplificado)



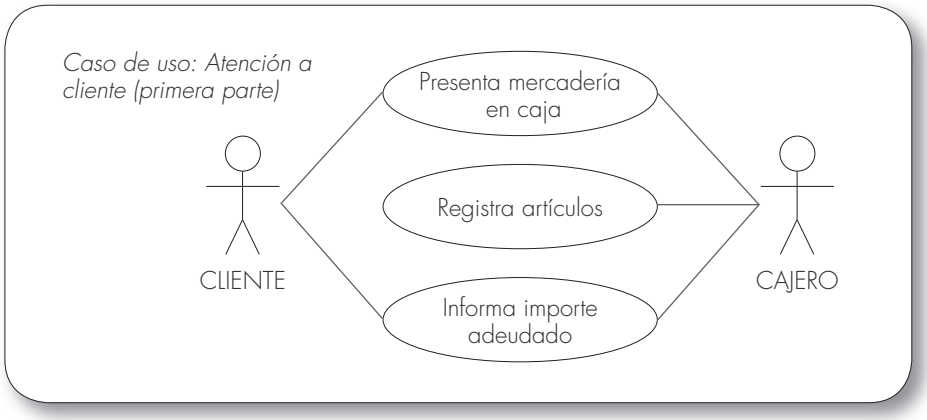


Figura 12.17

Ejemplo 2 de diagrama de casos de uso (simplificado)

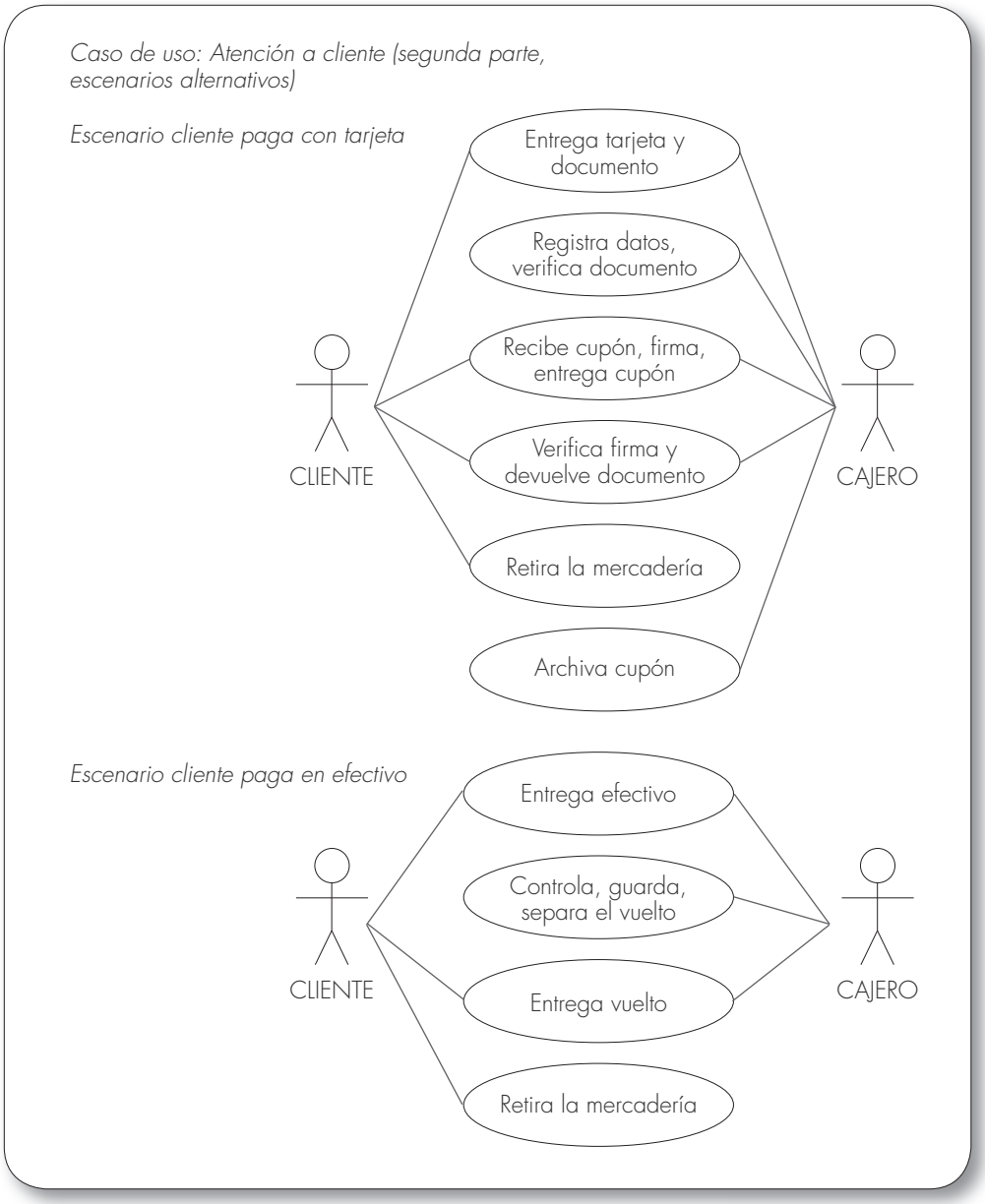


Figura 12.18

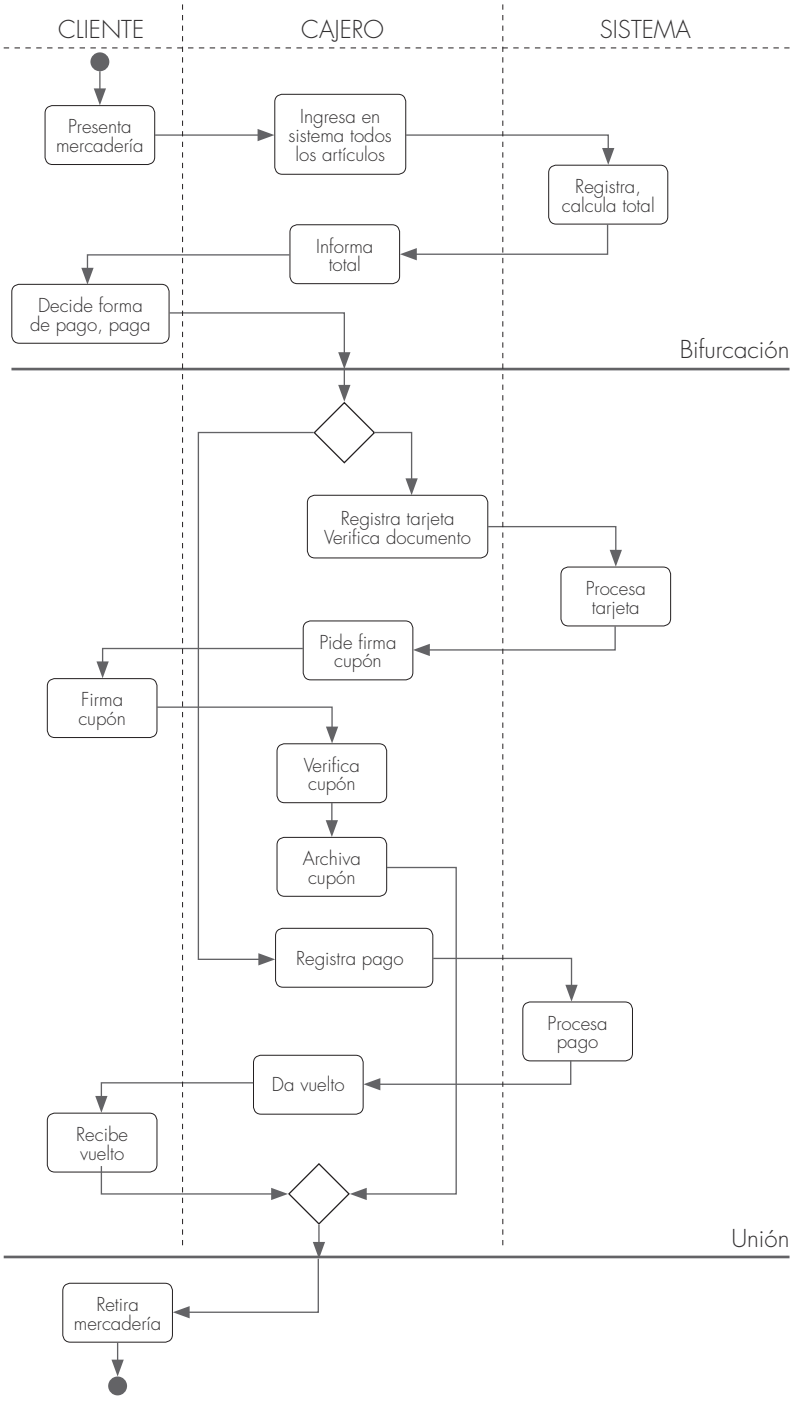
Ejemplo 3 de diagrama de casos de uso (simplificado)

12.4.5 Ejemplos de diagramas de actividades y de diagrama de secuencias

Figura 12.19
Ejemplo de diagrama de actividades (simplificado)

Exponen las actividades de un caso de uso en la forma en que se van dando, incluyendo actividades paralelas y decisiones tomadas.

Tiene una conformación similar al cursograma.



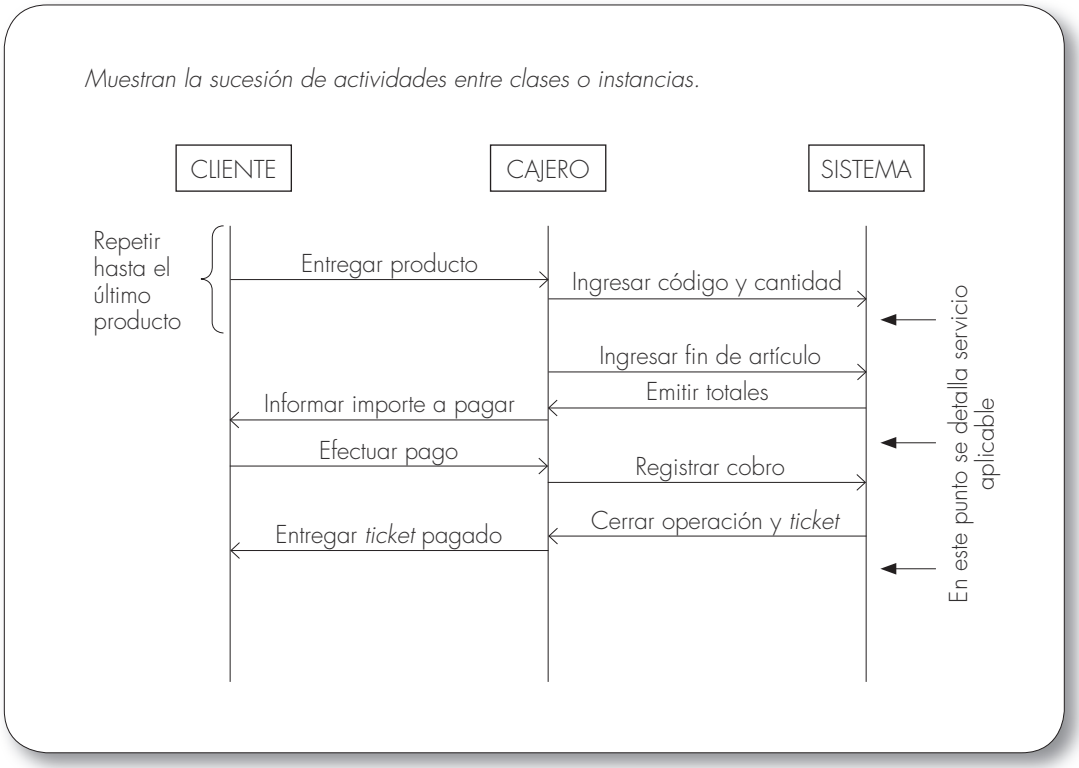


Figura 12.20
Ejemplo de diagrama de secuencia (simplificado)

CAPÍTULO 13

ESTRATEGIA DE **SISTEMAS** Y **TECNOLOGÍAS** DE LA **INFORMACIÓN**

CAPÍTULO 14

ADMINISTRACIÓN DE **PROYECTOS** Y **RECURSOS INFORMÁTICOS**

CAPÍTULO 15

DECISIONES DE **INVERSIÓN** EN **TICs**: **IMPACTO ECONÓMICO** Y DE **NEGOCIOS**

ALCANCE

En este parte se presentan las cuestiones relativas a la elaboración e implementación de la estrategia de sistemas y tecnologías de la información.

En el Capítulo 13 se discute sobre el valor de las tecnologías de la información en las organizaciones y la interrelación de la estrategia específica con la estrategia general, para luego presentar los diferentes componentes en los que se desgrana la visión estratégica de SI/TI; destacando las decisiones a tomar en cada uno de los diferentes ámbitos de decisión para, luego, presentar los planes tácticos que establecen las acciones a llevar a cabo para desarrollar la visión estratégica.

En el Capítulo 14 se tratan los dos grandes tipos de actividades de gestión que se llevan a cabo para implementar la estrategia, la gestión de operaciones y la administración de proyectos. Con relación a este último punto se presentan las diferentes etapas y las principales herramientas utilizadas para la gestión de proyectos.

Por último, en el Capítulo 15 se abordan distintos aspectos económicos de la decisión de inversión en TI. También se presentan consideraciones generales sobre la evolución económica de proyectos y, en particular, los referidos a TI, resaltando la metodología de evolución costo-beneficio, y los principales costos y beneficios relacionados con proyectos de la temática tratada. Finalmente, se presentan los métodos de Costo Total de Propiedad (CTP) y Valor Total de Propiedad (VTP), sus características más relevantes, y sus ventajas y desventajas.

PARTE V

ESTRATEGIA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS Y RECURSOS INFORMÁTICOS

CAPÍTULO 13

ESTRATEGIA DE SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

13.1 EL VALOR DE LA TECNOLOGÍA INFORMÁTICA PARA LA ORGANIZACIÓN

La tecnología informática aplicada constituye, en la actualidad y sin duda alguna, una parte significativa en todos los procesos de negocios.

En algunos negocios podemos decir que la informática colabora principal e, incluso, exclusivamente, con procesos administrativos, en otros podemos decir que la tecnología informática es parte central de la cadena de valor.

Por ejemplo, el sistema financiero constituye el centro de la operatoria, a tal punto que hoy no sólo resulta difícil concebir una institución financiera sin tecnologías de la información, sino que también encontramos habitual utilizar una cuenta bancaria totalmente por internet, sin acercarnos siquiera físicamente a una institución financiera.

En la actualidad resulta raro encontrar casos en los que la tecnología de información no forma parte del proceso de negocios. Como señalan Evans y Wurster[100], aun los negocios considerados alejados de las tecnologías de la información el "mundo físico" de la producción, están delineados (*shaped*) por información que domina tanto productos como procesos. En tal sentido, procesos intensivos de sistemas/tecnologías de la información se utilizan en todos los segmentos productivos y de servicios para temas como investigación de mercado, logística, gestión de clientes y finanzas.

Podemos pensar en esta presencia de las tecnologías de la información y las comunicaciones como un activo estratégico para el negocio o, simplemente, como un insumo más.

Al respecto encontramos dos visiones que pueden percibirse como polarmente opuestas.

[100] "Blown to Bits: How the New Economics of Information Transforms Strategy" *en Harvard Business Press*, 1999.

Una primera visión, impulsada en gran medida por los proveedores de productos y servicios y los entusiastas tecnológicos de vanguardia, sostiene que en el mundo actual de cambio constante la firma que no se encuentra "en la vanguardia" del uso de la tecnología pierde competitividad. Desde este punto de vista las organizaciones deberían estar continuamente incorporando la última tecnología disponible a los efectos de obtener una ventaja competitiva, a riesgo de, en caso de no hacerlo, perder mercado ante la competencia.

Otra visión, si se quiere opuesta, considera la tecnología como un mero insumo.

Desde esta última perspectiva el profesor N. Carr, en un artículo[101] que inició una muy interesante discusión, expuso como primera regla para administrar las TICs lo siguiente:

> "Gaste menos: … a medida en que la comoditización de IT continúe, las penalidades por sobre gastar crecerán más y más. Mientras que por medio de inversiones en IT resulta cada vez mas difícil alcanzar una ventaja competitiva, a la vez resulta cada vez más sencillo poner al negocio en una desventaja de costos."

Para, más adelante, decir:

> "La gestión de la IT debería, francamente, volverse aburrida. La clave del éxito, para la gran mayoría de las empresas, ya no es buscar ventajas en forma agresiva, sino manejar meticulosamente los costos y los riesgos."

Ambas visiones tienen, sin embargo, coincidencias significativas, las que vamos a destacar teniendo presente el alcance generalmente dado a la "tecnología informática", es decir, un conjunto heterogéneo de productos y servicios (por ejemplo: comunicaciones, hardware, software de base, software de aplicación, procesos), los cuales presentan diferentes niveles de comoditización.

Analizando ambas visiones encontramos que con la tecnología informática, como con todo recurso económico, la forma, extensión y profundidad en la utilización de cada componente va a determinar la magnitud de la contribución que ese recurso aporta para agregar valor a la organización, sea esta pequeña o grande, con o sin fines de lucro.

Por lo tanto, no es, entonces, el nivel (más bajo) de gasto en tecnología, ni el nivel (más alto) de informatización alcanzado el que determina la contribución que la tecnología informática realiza a las organizaciones, sino cómo se utiliza esa tecnología.

Por lo tanto, para establecer una estrategia de TICs que agregue valor al negocio debemos tener en cuenta cómo la tecnología puede agregar valor al negocio. En tal sentido, y siguiendo las estrategias genéricas planteadas por Porter, podemos conceptulizar que la tecnología puede agregar valor por alguna o ambas de dos vertientes[102], ellas son:

- Reducción de costos
- Diferenciación

La clave del éxito en la estrategia de TICs es determinar en qué aspectos buscar reducir el costo y en cuáles buscar una ventaja competitiva.

Si consideramos esos diferentes componentes vemos que el mercado de computadoras personales, impresoras y redes se encuentra significativamente estandarizado. De igual manera las aplicaciones de productividad personal, como correo, mensajería y planillas de cálculo, pueden considerarse cercanas a la comoditización.

---

[101] Nicholas G. Carr, "IT Doesn't Matter" en *Harvard Business Review*, mayo, 2003.

[102] Porter considera también "focalización" como una tercera estrategia, compuesta por las anteriores, la cual no vamos a considerar en esta reflexión a efectos de simplicidad.

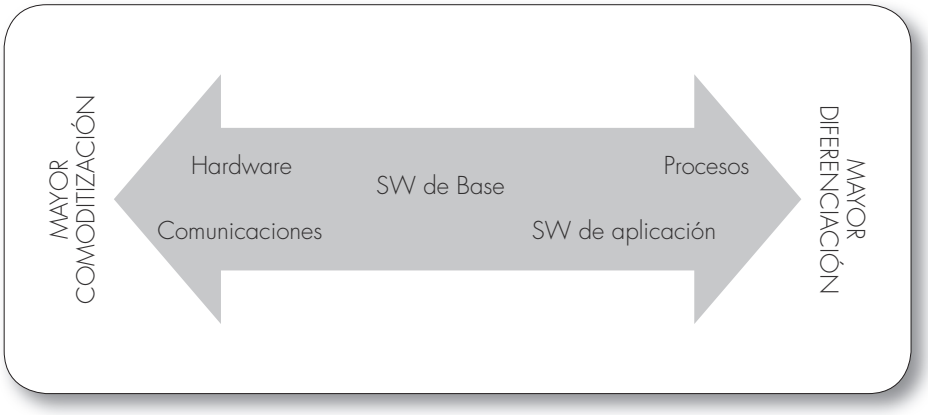
Por otra parte, las integraciones de aplicaciones complejas, procesos de negocios y gestión de la información en general, si bien con productos estándar muy difundidos, mantienen diferencias significativas tanto en cuanto a los productos como en la forma en que son implementados.

Como regla general podemos considerar que los "impulsores de decisión" de las inversiones de TICs deberían tener en cuenta en forma significativa el nivel de comoditización del componente de que se trate (por supuesto, considerando un balance entre el corto y el largo plazo y cada situación particular):

- A mayor comoditización del producto/servicio a incorporar, menor el costo.
- A menor comoditización del producto/servicio a incorporar, mayor la diferenciación (suponiendo que esa diferenciación genere un flujo de caja superior al mayor costo a incurrir por ella).

Figura 13.1

Nivel genérico de comoditización



13.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE ESTRATEGIA

Excede el alcance de esta obra tratar en profundidad las distintas posturas en cuanto al desarrollo de una estrategia, la cual se limita a dar un marco general y delinear los fundamentos para la elaboración e implementación de una estrategia de sistemas de información y tecnología informática, así como también identificar sus principales elementos.

En tal sentido, primero realizaremos una breve conceptualización de qué entendemos por "estrategia".

El Diccionario de la Real Academia Española define "estrategia" como: "Arte, traza para dirigir un asunto."

El *Compact Oxford English Dictionary of Current English*, 3ª edición de 2008, la define como: "Un plan diseñado para lograr determinado objetivo a largo plazo (a plan designed to achieve a particular long-term aim)."

En ambos casos, esta definición implica una visión desde hoy hacia el futuro; un "plan", en versión inglesa, y una "traza para dirigir", en la versión española.

13.2.1 Estrategia como intención o "plan"

En el mundo de los negocios la visión de "estrategia" como "plan", se estableció como corriente principal en la década de 1960, influenciada por las obras *Strategy and Structure* (Alfred Chandler, 1962) y *Corporate Strategy* (Igor Ansoff, 1965). Esta visión, identificada con algunas diferencias como "del diseño" o "de la planeación", propone el establecimiento de acciones explicitadas de manera deliberada en función de hipótesis previamente establecidas.

Esta visión como línea de pensamiento principal de los años 70 originó el llamado "planeamiento estratégico". Lideró la concepción de las estrategias de negocios, con énfasis en la formalización y la descomposición de actividades, obteniéndose como producto final el "plan estratégico", consistente en un extenso documento en el que se detallan las tácticas, los programas, presupuestos y objetivos.

La realidad de las empresas demostró que el "plan estratégico" rara vez se cumplía, obligando a su abandono o a continuas revisiones, debido a la desconexión entre el plan y la realidad, agravada por la naturaleza evolutiva de los negocios que hacía imposible estimar los cambios en el contexto y reprogramar en detalle las acciones consecuentes.

Las ideas de "planeamiento estratégico" con este enfoque perdieron preponderancia en el mundo de los negocios debido a los profundos y acelerados cambios en las relaciones económicas originados en la crisis del petróleo de 1973, fortaleciéndose nuevas corrientes de pensamiento en sintonía con los cambios vividos.

Como hitos de ese cambio de visión podemos destacar:

- La obra de gran difusión *The Nature of Managerial Work* (Henry Mintzberg, 1973) en la cual sostiene que el trabajo diario de los gerentes esta más relacionado con el manejo de las situaciones caóticas, imprevisibles, que con la ejecución de un plan explícitamente detallado, destacando como principal componente de la estrategia la creatividad e intuición por sobre el proceso racional y analítico, sugiriendo incluso que es mejor no tener estrategia alguna que aferrarse a un plan detallado, cuando dice:

  > "Ante el supuesto de que cualquier estrategia es siempre mejor que ninguna, considere una compañía de petróleo en 1973, justo cuando el precio del petróleo subió multiplicado por cuatro. Qué estrategia (como plan) debió haber seguido cuando todo su mundo fue repentinamente alterado. Fijando uno mismo un determinado curso en aguas desconocidas es la forma perfecta de navegar directo a un iceberg."

- La disolución, en 1983, del otrora influyente departamento de Planificación Estratégica de General Electric, por decisión de Jack Welch, recientemente nombrado director ejecutivo.

A tal punto llegó en los medios académicos el desprestigio de las ideas de planeamiento estratégico que tiempo después Mintzberg, en *The Rise and Fall of Strategic Planning: Reconceiving Roles for Planning*, manifestó que el rótulo "planeamiento estratégico" debería ser abandonado, ya que el planeamiento estratégico impidió el pensamiento estratégico.

13.2.2 Estrategia como resultante o acción

Desde otro punto de vista, Herbert Simon (Premio Nobel de Economía de 1978, quien ha sido inspirador de muchos de los desarrollos en Administración), ya en 1945 conceptualizó "estrategia" como la serie de decisiones entre alternativas de comportamiento, conscientes o no, que determinan el comportamiento (individual u organizacional) en un período de tiempo[103].

En la misma línea de pensamiento, Mintzberg señaló en 1987 que estrategia (también) es un patrón en una secuencia de acciones, una conducta consistente, intencional

[103] Herbert A. Simon, *Administrative Behavior. A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*, Preliminary Edition, Illinois Institute of Technology, 1945.

o no, a lo largo del tiempo, y menciona "parafraseando a Hume las estrategias pueden resultar de acciones humanas, y no de diseños humanos."[104]

13.2.3 Estrategia como proceso continuo. Orientación, plan, acción y adaptación

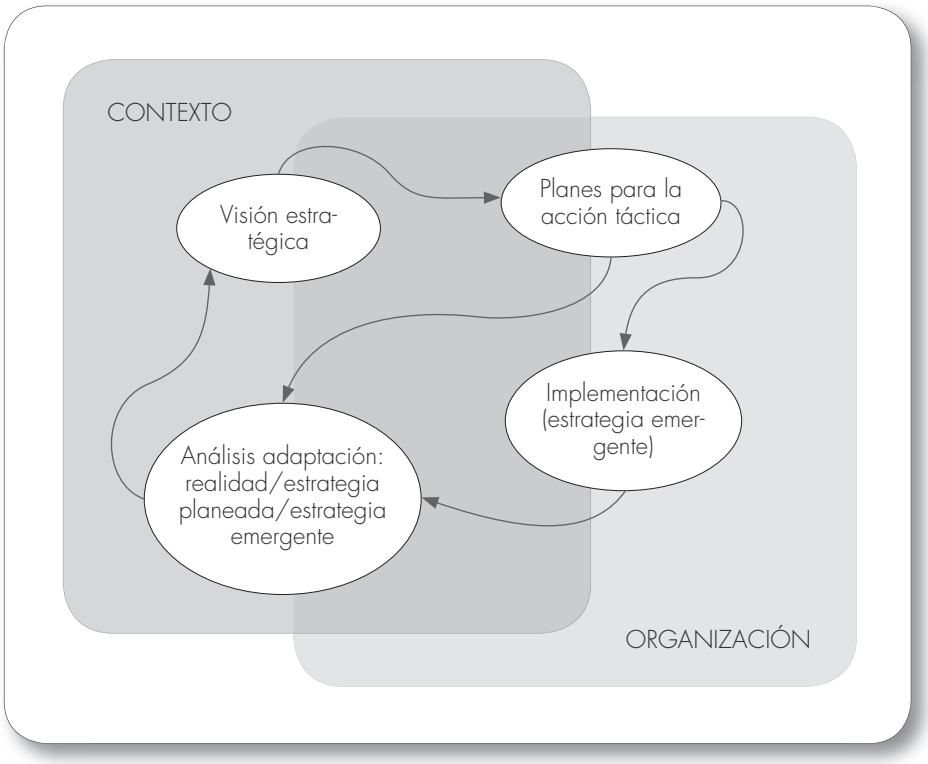
Por lo expuesto, podemos conceptualizar:

- "Estrategia planeada" (a priori, planteada en un "plan")
- "Estrategia ejecutada" (a posteriori, emergente de la realidad)[105]

En líneas generales podemos decir que actualmente se considera la planificación estratégica sin la abstracción y, en cierta forma, la arrogancia del viejo modelo, buscando el establecimiento de grandes líneas de acción que tiendan a los objetivos establecidos, con fuertes referencias al contexto y considerando ajustes de implementación en función de problemas en la implementación misma y cambios en el contexto.

Figura 13.2

Proceso estratégico continuo



La "visión estratégica" nos revela por qué cada estrategia es diferente. Es un mirada que modela la estrategia en su conjunto, un constructo abstracto formado en función de una multiplicidad de aspectos subjetivos, distinguiéndose entre ellos los valores, formación y trayectoria de todos y cada uno de los diferentes integrantes de la organización. La visión estratégica es un acto de creación colectiva realizado en cada organización, irrepetible en otra organización.

[104] H. Mintzberg, "The Strategy Concept I: Five Ps For Strategy" en *California Management Review*, otoño 1987.

[105] Mintzberg utiliza los términos "estrategia deliberada" y "estrategia emergente".

Encontramos varios modelos de uso generalizado que ayudan a realizar el análisis estratégico y su puesta en práctica. Por la naturaleza de este texto nos vamos a limitar a enunciar los más difundidos y característicos.

a) Modelo de las cinco fuerzas (Porter)[106]

Como destacamos en el Capítulo 2, para Porter, estrategia se puede definir como un conjunto integrado de acciones que apuntan a mejorar tanto la situación del largo plazo como la fortaleza relativa de la empresa con relación a la competencia, analizando cinco fuerzas:

- Rivalidad entre los competidores
- Amenaza de ingreso de nuevos competidores
- Poder de negociación de los compradores
- Poder de los proveedores
- Amenazas de sustitución del producto

b) Modelo de la cadena de valor (Porter)[107]

Como destacamos en el Capítulo 2, se enfoca en la optimización de los procesos necesarios para entregar el producto final desde la obtención de sus insumos.

c) Modelo de las competencias centrales (Prahalad y Hamel)[108]

Construir ventajas apalancándose en la utilización de las competencias centrales en múltiples productos y mercados.

Definen las competencias básicas de organización como la integración de conocimientos, habilidades y tecnología creadoras de valor de una organización, las capacidades y recursos que determinan sus armas competitivas.

Para competir en el futuro, Hamel y Prahalad señalan que primero debe desarrollarse una previsión, cierta clarividencia sobre el tamaño y la forma de posibilidades en el futuro y en función de ella describir una "arquitectura estratégica" (en lugar de la planificación estratégica) que describa los nuevos escenarios (incluyendo productos, relación con el cliente, etcétera) y una "intención estratégica" ambiciosa pero alcanzable, convincente. Con esto orientar el desarrollo de las competencias centrales que serán requeridas.

d) Visión basada en los recursos internos (Barney)[109]

Ya en 1959, Penrose[110] sostenía que una firma más allá de ser una unidad administrativa, es una colección de recursos productivos, estructurados en forma distintiva por decisión administrativa.

La visión basada en los recursos de Barney toma ese constructo y propone identificar y desarrollar los recursos claves que generan las ventajas competitivas dadas por esa estructuración distintiva, considerando recursos que sean:

- Valiosos, los que permiten elaborar e implementar estrategias que mejoran eficacia o eficiencia.

---

106 M. Porter, "How Competitive Forces Shape Strategy" en *Harvard Business Review*, 1979.
107 M. Porter, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, Free Press, 1985.
108 C.K. Prahalad y G. Hamel, "The core competence of the corporation" en *Harvard Business Review*, 1990.
109 J. B. Barney, "Firm resources and sustained competitive advantage" en *Journal of Management*, Vol. 17, marzo 1991, Southern Management Association.
110 Edith Penrose, *The Theory of the Growth of the Firm*, John Wiley, 1959.

- Escasos, disponibles para la empresa en cuestión y con acceso limitado por el resto del mercado.
- Difíciles de imitar, por trayectoria, origen o complejidad.
- Difíciles de sustituir.

13.3 ESTRATEGIA Y SUB ESTRATEGIAS. LA ESTRATEGIA GENERAL Y LA ESTRATEGIA DE SI/TICs

Desde un punto de vista sistémico podemos subdividir la estrategia, a los efectos de facilitar tanto su análisis como su formulación y ejecución, en subestrategias de menor nivel, englobadas en aquella, en función de la consideración de los aspectos que presentan mayor nivel de cohesión.

En tal sentido, y siempre enmarcadas en la visión estratégica general, podemos conceptualizar estrategias circunscritas a ámbitos determinados. En tal sentido una taxonomía habitual es la siguiente:

- *Estrategia de nivel superior o corporativo*, que es la que atiende a la definición de los lineamientos que tienen impacto en toda la organización.
- *Estrategia de negocios*, vinculada a una actividad en particular, dado el marco general.
- *Estrategias funcionales*, principalmente dedicadas a la asignación de recursos para obtener el máximo de ellos.

Dentro de estas últimas encontramos la estrategia de sistemas de información, cubriendo tanto las TICs como las estructuras y los procesos vinculados con el uso de las mismas.

La estrategia general sirve como referencia a las distintas estrategias funcionales, las que deben necesariamente encontrarse enmarcadas en ella.

Henderson y Venkatraman[111], para referirse a la naturaleza de la vinculación que debe existir entre las estrategias de negocios y de tecnologías de la información, aplicaron el vocablo "alineamiento".

En su trabajo desarrollaron el modelo al que denominaron "Modelo de Alineamiento Estratégico" (*Strategic Alignment Model*), definido por cuatro dominios integrados por dos dimensiones y su cruce (ver **Figura 13.3**).

El gran aporte de este modelo, cuya vigencia crece con el avance de la tecnología, es el de exponer claramente cómo impacta la utilización de la tecnología en los negocios, demostrando la interdependencia existente entre la estrategia del negocio y la estrategia de SI/TI, motivo por el cual las decisiones estratégicas corresponden al conjunto de la organización, requiriéndose una comprensión conjunta del negocio, del fenómeno organizativo y del mercado de tecnologías tanto para delinear como para desarrollar el plan, mediante la construcción de los artefactos organizativos plasmados en términos, estructuras y procesos, y la implementación tecnológica, ejecutada en términos de arquitectura, infraestructura y decisiones de aprovisionamiento.

Proponen como dominios:

- Estrategia de negocios
- Estrategia de tecnologías de la información
- Organización, estructuras y procesos (*Organizational Infrastructure and Processes*)
- Tecnologías de la información (*Information Systems Infrastructure and Processes*)

[111] *Strategic Alignment: a framework for strategic information technology management*, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1989.

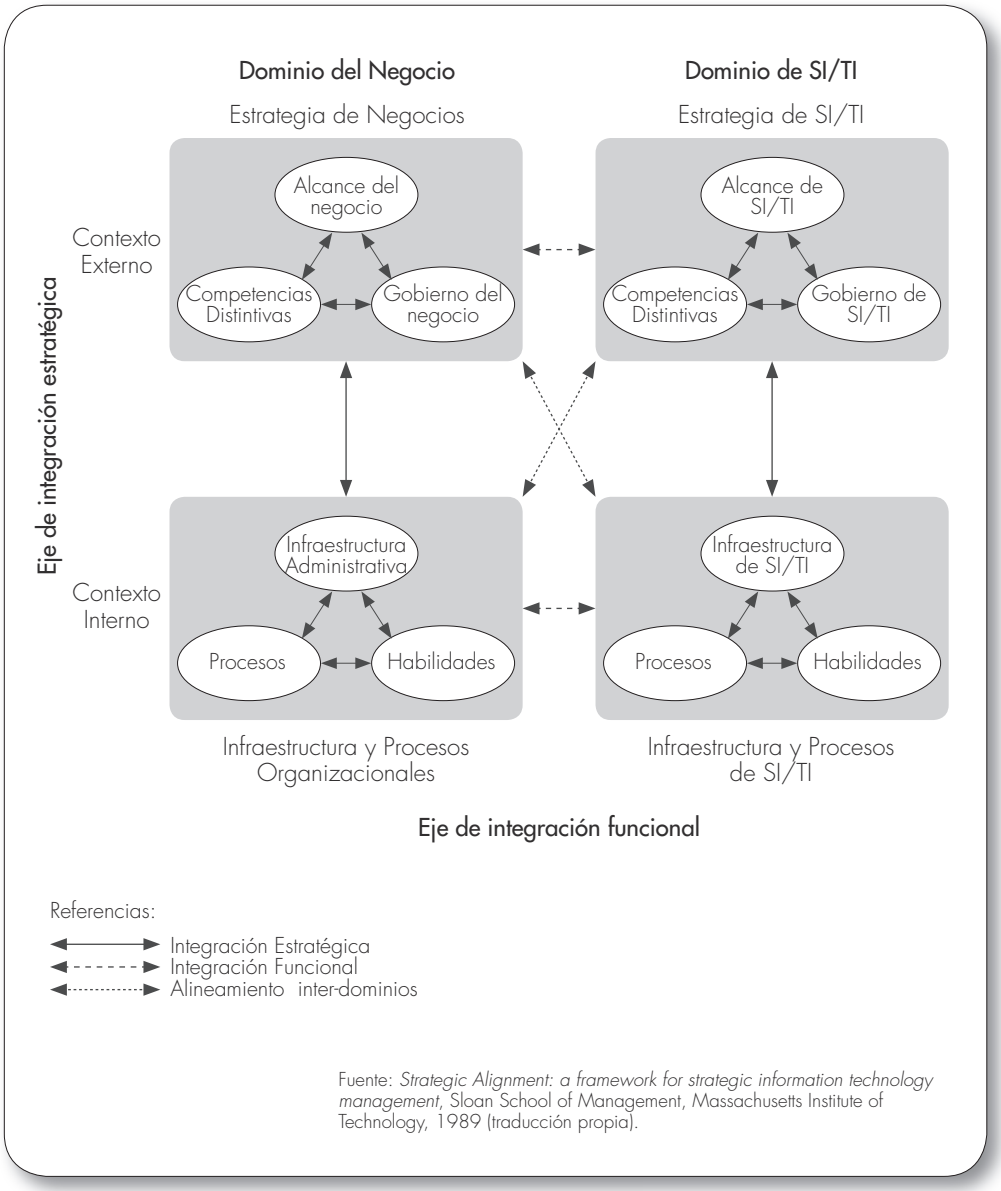


Figura 13.3
Modelo de alineamiento estratégico

Fuente: *Strategic Alignment: a framework for strategic information technology management*, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1989 (traducción propia).

Los dos primeros dominios se refieren al planeamiento, cómo piensa la organización el ajuste entre la empresa y su contexto, constituyendo la "dimensión de integración estratégica". El objetivo es la efectividad.

La estrategia del negocio y la de la tecnología son de naturaleza adaptativa, análogas en el sentido de estar definidas en los términos del dominio externo. La estrategia de sistemas ubica a la organización en el mercado de tecnología, la evaluación e interpretación de la relación de la empresa con los proveedores de tecnología facilita entender las implicaciones que esa relación provocará en la gestión de la infraestructura de sistemas de información.

Los dos últimos dominios corresponden al ámbito de la acción, cómo se organizan los recursos para ejecutar la estrategia. El objetivo es la eficiencia.

Proponen los siguientes niveles de alineamiento e integración:

a) Alineamiento directo, horizontal y vertical

- *Entre la estrategia de negocios y la estrategia de TICs*. Requisito para alcanzar todo el valor que la utilización de TICs puede generar al negocio. La falta de este tipo de alineamiento desaprovecha el valor que las tecnologías pueden aportar al negocio y genera sobrecostos.
- *Entre estructuras y procesos en el negocio y entre estructuras y procesos en TICs*. Claramente relacionada con la capacidad de diseñar, implementar y operar la estrategia en cada ámbito. La falta de este tipo de alineamiento provoca una deficiente implementación de lo planeado en cada campo.
- *Entre estructuras y procesos del negocio y de TICs*. Relacionadas con la posibilidad de coordinar actividades del negocio y de TICs. La falta de este tipo de alineamiento provoca significativos problemas de eficiencia y tiene un impacto negativo en la relación entre estrategias, estructuras y procesos.

b) Alineamiento cruzado entre los dominios

Las diagonales formadas muestran dos áreas de alineamiento, ellas son:

- *La vinculación entre estrategia de negocios y el soporte de TICs* muestran el impacto que la tecnologías de la información tienen en los productos y servicios. La falta de esta vinculación profundiza las deficiencias originadas en la falta de alineamiento entre las estrategias de negocios y de tecnología.
- *La vinculación entre estrategia de tecnología y estructuras y procesos del negocio* apuntan al impacto que las tecnologías de la información provocan en las estructuras y procesos administrativos. La falta de este tipo de integración es lo que genera la necesidad de procesos de reingeniería.

Sin duda alguna, el alineamiento es un requisito central para que todo intento de transformación organizacional resulte efectivo y eficaz, mas aún, la necesidad de alineamiento es creciente con el avance tecnológico, habiendo el mismo generado una mayor utilización de tecnología en los procesos de negocios.

Con relación al grado de integración de la tecnología con los procesos de negocios, siguiendo al profesor Omar A. El Sawy, de la Marshall School of Business[112], podemos marcar tres niveles, a los que él llamo "conexión", "inmersión" y "fusión".

Él caracteriza estas tres perspectivas así:

- *Conexión:* las TICs están limitadas en su utilización como una herramienta para ayudar en el trabajo. En esta visión, las TICs se utilizan como soporte para las actividades diarias y la toma de decisiones como una herramienta claramente distinguible de la actividad humana.
- *Inmersión:* en esta visión, SI está inmerso como parte del negocio. No puede separase sin rediseñar la labor en si misma, el empleo de la tecnología es altamente interdependiente de la labor humana y trasciende las fronteras propias de la organización para generar interacciones con el contexto como parte propia de la labor diaria.
- *Fusión:* en esta visión, la tecnología está fundida en el negocio mismo de manera tal que no es posible distinguir un límite entre el negocio y el uso de la tecnología. La desagregación de actividades no permite separar el trabajo de la tecnología, lleva sólo a actividades más simples, también integradas por labor y tecnología. Es un entorno en el cual la conexión entre las acciones humanas y la tecnología se

[112] O.A. El Sawy, "The IS Core – IX: The Three Faces of IS Identity: Connection, Immersion, and Fusion", *Communications of the Association for Information Systems*, 2003.

da con una complejidad sistémica tal, que el todo no existe sin una de las partes; la actividad económica y, en general, los procesos, no pueden realizarse sin la integración entre acción humana y disponibilidad tecnológica.

El cambio de un nivel a otro se provoca en gran parte impulsado por la naturaleza cambiante del potencial de las TICs, que determina una modificación natural del tipo de relación, avanzando de la conexión a la inmersión y continuando hacia la fusión.

A veces se confunde la utilización intensiva de tecnologías de la información en un proceso de negocios con un nivel superior de alineamiento. Esto no es así, el grado de utilización de la tecnología no es indicador de alineamiento.

La falta de alineamiento en condiciones de fusión inevitablemente provoca tanto falta de funcionalidades que podrían ser de gran utilidad para los fines de la organización, como derroche en la utilización de recursos tecnológicos, por invertir y operar tecnología para tareas que no colaboran con los fines de la organización.

> Fusión no implica alineamiento
>
> El impacto negativo en los resultados, producto de la falta de alineamiento, crece con el avance en la utilización de la tecnología.

Ahora, si bien resulta obvio que todos los elementos deben estar alineados hacia los objetivos organizacionales, en la práctica, cuando analizamos las estrategias planteadas a la luz de las estrategias emergentes, encontramos una gran distancia, es decir, una significativa falta de alineamiento.

Luftman y Brier[113] investigaron los motivos de la falta de alineamiento en un estudio sobre quinientas firmas, habiendo identificado los principales elementos facilitadores e inhibidores del alineamiento, sobre los cuales, dependiendo de la realidad de cada organización en particular, debemos trabajar para mejorar el mismo. Ellos son:

Tabla 13.1 | Facilitadores e inhibidores

Facilitadores	Inhibidores
Apoyo de la dirección superior a TICs	Falta de relaciones cercanas entre TICs y las áreas de negocios
Participación de TICs en la definición de la estrategia	Mala asignación de prioridades en proyectos de TICs
Comprensión del negocio por parte de IT	Falta de cumplimiento de compromisos de TICs
Relación cercana entre TICs y el resto de las áreas	TICs no comprende el negocio
Buena priorización de proyectos de TICs	Falta de apoyo de la dirección superior a TICs
TICs demuestra capacidad de liderazgo	Gestión de TICs sin liderazgo

[113] Luftman y Brier, "Achieving and Sustaining Business-IT Alignment" en *California Management Review*, 1999.

13.3.1 Estrategia de Sistemas y Tecnologías de la Información.

Para caracterizar la estrategia de sistemas de información vamos a trabajar con la definición dada recientemente en un interesante trabajo de revisión de la literatura existente realizado por los profesores Chen, Preston y Mocker[114], quienes luego de enfatizar que los sistemas de información cubren tanto los componentes tecnológicos como las actividades humanas relacionadas con la gestión y el empleo de la tecnología dentro de las organizaciones. Ellos dicen:

> "Definimos estrategia de sistemas de información como la perspectiva organizacional sobre la inversión, puesta en práctica (*deployment*), uso y gerenciamiento de los sistemas de información."

Y continúan mencionando:

- "No es sólo un concepto a posteriori, o 'estrategia emergente'.
- No debe ser intencional en el sentido utilizado en la literatura de planificación estratégica de SI.
- Si bien es parte de la estrategia general, no debe ser analizada como parte de una estrategia de negocio. Por el contrario, es una perspectiva independiente de la estrategia que cubre toda la organización (ejemplo: la inversión, la implementación y la gestión de SI) para mejorar el desempeño organizacional.
- La estrategia de SI debe ser examinada a nivel organizacional, en lugar de a nivel funcional.
- Si bien cada ejecutivo de negocios y de SI pueden tener su propia visión de SI, la estrategia organizacional debe reflejar la visión compartida de la dirección superior."

La estrategia debe identificar el lugar al que queremos llegar, tener claridad sobre el punto de partida y así establecer la (supuesta) mejor manera de recorrer ese camino, considerando los recursos disponibles al inicio y los que pueden obtenerse en el mismo camino. Una complejidad adicional es que, en la realidad turbulenta en la que vivimos, el destino objetivo seguramente se va a modelar durante el viaje mismo.

Por lo tanto, una estrategia efectiva de SI/TICs incluye:

- *Visión estratégica:* una visión del estado al cual queremos llegar.
- *Plan estratégico:* el planeamiento de las actividades para llegar a ese estado.
- *Implementación de la estrategia:* la ejecución de esas acciones.
- *Estrategia emergente:* análisis de lo efectivamente realizado.
- *Estrategia adaptada:* mecanismos de adaptabilidad que, en función del análisis de la estrategia emergente y/o en la medida en que se den cambios tanto interiores como contextuales, permitan los ajustes correspondientes en la visión, el planeamiento y la ejecución de la estrategia.

[114] Chen, Mocker y Preston, *Information systems strategy: reconceptualization measurement, and implications*, (M. J. Neeley School of Business, Texas, ESB Business School, Reutlingen, Alemania y Rotterdam School of Management, Países Bajos.) MIS Quaterly, junio 2010.

13.4 EL PROCESO ESTRATÉGICO DE SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Si bien, como mencionamos anteriormente, el proceso estratégico es continuo, a efectos expositivos en el resto de este capítulo vamos a considerar las siguientes etapas:

- Formulación de la visión estratégica
- Elaboración del plan táctico
- Implementación de la estrategia

Durante la implementación de la estrategia pueden surgir adaptaciones que provoquen cambios en el plan y, eventualmente, en la visión.

Es por ello que el proceso estratégico debe considerar revisiones explícitas de la estrategia a efectos de generar las intervenciones necesarias para revisar la implementación de la estrategia, el plan táctico e, inclusive, la visión estratégica.

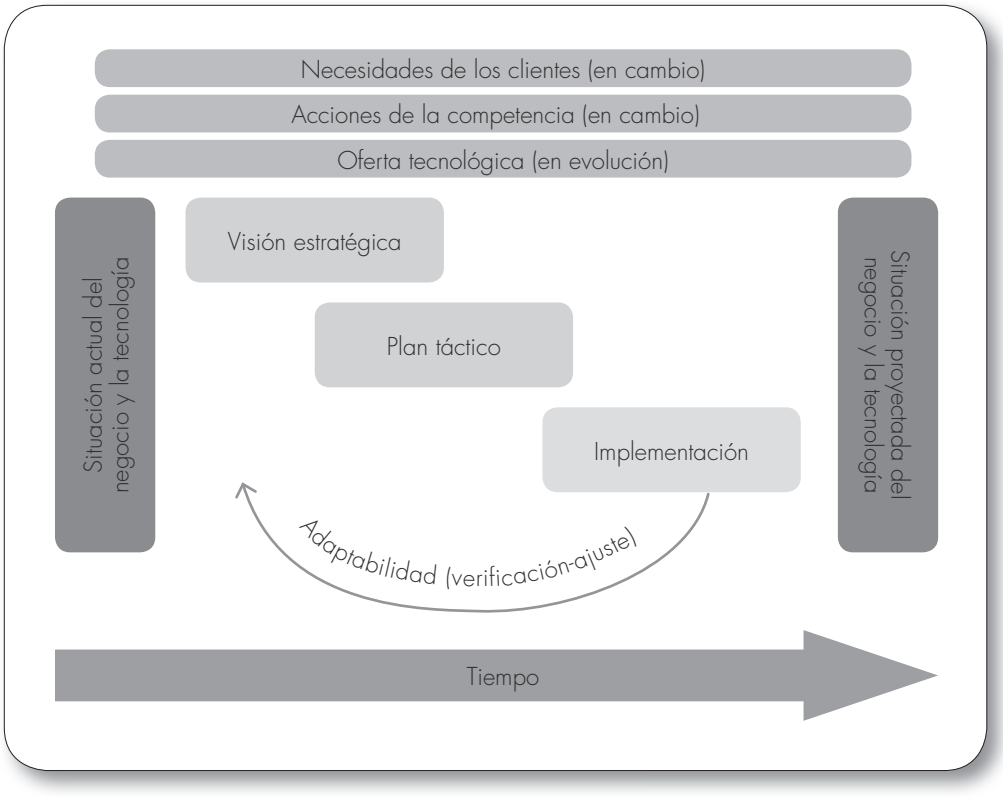


Figura 13.4
Proceso estratégico

Esas revisiones pueden originarse por:

a) Eventos de revisión, calendarizados en forma preestablecida

- Con el objetivo de evaluar:
  - Eventuales cambios en la visión estratégica.
  - Distancia entre la estrategia planeada y la estrategia emergente.
- La frecuencia de revisión depende de cada caso, normalmente es razonable una revisión anual de la visión, semestral del plan táctico y mensual o semanal de las acciones de implementación, dependiendo de la naturaleza de las mismas.

b) Nuevos hechos que pueden provocar significativos cambios, tanto contextuales como internos

Estas revisiones se originan en eventos inesperados que pueden provocar efectos significativos en cualquiera de las etapas de la estrategia, incluyendo, por ejemplo y entre otros, los siguientes motivos:

- Modificaciones económicas bruscas –tipo de cambio, tratamientos tributarios–, que pueden alterar tanto las reglas de competencia como las relaciones económicas consideradas en la visión estratégica o en el plan táctico.
- Movimientos realizados por nuestros competidores, o ingreso de nuevos competidores, que impacten en la visión estratégica en ejecución.
- Situaciones que puedan tener efectos limitados a un sólo proyecto, como, por ejemplo, la desvinculación del responsable del mismo o la quiebra de un proveedor significativo.

13.5 FORMULACIÓN DE LA VISIÓN ESTRATÉGICA

Esta es la etapa creativa, donde se determinan los grandes lineamientos estratégicos con validez en un plazo extendido, idealmente superior a los cinco años.

El alineamiento entre la estrategia de negocios, la estructura y las estrategias funcionales, incluyendo la de SI/TI se debe gestar en esta etapa, ya que de lo contrario tiende a crecer el riesgo de situaciones que provoquen decisiones divergentes entre estrategias funcionales, con la consecuente tensión organizacional, problemas de eficiencia y eficacia.

Asimismo, deben identificarse las ventajas competitivas que se pueden obtener mediante la utilización de Tecnología Informática (visión externa) para, desde ellas, modelar la estrategia general del negocio y la combinación de recursos y competencias requeridas para su obtención (visión interna), identificando las acciones necesarias para disponer (adquirir, contratar y/o desarrollar) de esos recursos y competencias.

Siguiendo a Warren McFarland en *Information technology changes the way you compete*, quien se basa en la visión general de Porter, las preguntas a realizar para la búsqueda de oportunidades son:

- ¿Puede la tecnología de SI construir barreras de entrada para nuevos competidores?
- ¿Puede la tecnología de SI generar costos de cambio para nuestros clientes?
- ¿Puede la tecnología cambiar los términos de competencia?
- ¿Pueden los SI cambiar el balance de poder en la relación con los proveedores?
- ¿Puede la tecnología de SI generar nuevos productos?

En esta etapa se requiere una clara percepción del contexto en el cual se desarrollará la estrategia, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- *Contexto externo:* identificación de oportunidades y amenazas
  - Disponibilidad de fuentes de financiamiento.
  - Tecnología disponible y evolución prevista. Amplia investigación creativa de oportunidades ofrecidas por la tecnología, buscando potenciales ventajas competitivas que se originen en la aplicación de SI/TICs hoy no utilizadas en la organización y la industria.
  - Oferta de recursos humanos y tercerizaciones.
  - Mercado de demanda, capacidad de absorción de cambios por cultura y recursos.

- Mercado competidor.
- Disposiciones regulatorias y marco socio-político general.

- *Contexto interno:* identificación de fortalezas y debilidades

  - Distribución del poder en la organización.
  - Competencias disponibles.
  - Cultura organizacional.
  - Estructuras y procesos.
  - Tecnología en utilización.

En función de este contexto, la visión estratégica debe plantear los objetivos a alcanzar, identificando las transformaciones organizacionales a realizar, contemplando asimismo las fuentes de financiamiento, las potenciales reacciones de los competidores y los riesgos financieros y de gestión.

Las herramientas típicas para apoyar la visión estratégica de plan de la organización, como el tradicional análisis estratégico conocido como FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), resulta sumamente útil cuando se advierten que elementos detallados en el análisis se originan en cuestiones vinculadas con los sistemas de información y el uso de tecnologías de la información.

Los lineamientos que debe incluir la visión estratégica corresponden a temas que cumplen las siguientes características:

- Tienen impacto en el largo plazo.
- Provocan costos de cambio.
- Dan un marco para orientar las acciones tácticas.

En tal sentido se destacan las decisiones sobre perfil tecnológico, estructura organizativa, arquitectura tecnológica, el establecimiento de un marco para la priorización de proyectos y el esquema de abastecimiento.

13.5.1 Perfil tecnológico

Uno de los aspectos cuyo marco debe ser producto de la visión estratégica es si la organización va a tener un enfoque de exploración de nuevas tecnologías o de explotación de tecnologías ya maduras (en la organización o el resto del mercado), y es la primera gran pauta de alineamiento para el resto del plan.

La visión estratégica de TICs debe contemplar tanto la contribución de estas tecnologías a los negocios existentes, como la posibilidad de generar nuevos negocios gracias a su empleo.

La visión de exploración debe ser consistente con asignación de estructuras y recursos, tanto humanos como físicos y materiales, desarrollo de capacidades internas y/o adquisición de tecnologías emergentes como así también toma de riesgos y expectativas de resultados en el mediano-largo plazo, sobre todo si el cambio incluye el desarrollo de nuevos mercados. La aplicación de tecnologías no innovadoras, pero nuevas para la organización, también exige la asignación consistente de estructuras y recursos. Estas opciones deben ser consistentes con la visión de estructura organizacional.

13.5.2 Estructura organizativa

Otro tema de significativa importancia es el nivel de distribución o concentración de las decisiones de SI/TI a lo largo de la organización, con un fuerte impacto práctico sobre uniformización o no de arquitecturas e infraestructuras tecnológicas.

Típicamente se puede considerar que la consolidación de la función de SI/TI tiende a obtener mejores relaciones de eficiencia, mientras que la distribución tiende a lograr una mayor satisfacción de los usuarios, aunque a mayor costo, muchas veces no justificado.

Por otra parte, si la visión estratégica tuviera como objetivo dar preeminencia a soluciones administrativas y tendencia a la reducción de costos, el correlato estructural sería la dependencia del área de finanzas y control. Análogamente, si se quisiera dar prioridad a los temas comerciales tal vez se asigne la dependencia a la dirección de negocios o comercial.

Si se busca un mayor equilibrio entre la aplicación de recursos entre las diferentes áreas de la organización la dependencia, debería ser de la dirección.

Asimismo, por ejemplo, suponiendo una organización con diferentes líneas de negocios, podemos decir:

- Si como visión se busca uniformar tanto la arquitectura (explicamos el concepto de arquitectura tecnológica en el siguiente punto) como las aplicaciones, la estructura debe considerar un área de TICs común a todas las líneas de negocios.
- Si como visión se busca uniformar arquitectura, pero dar cierto nivel de autonomía aplicativa, la estructura debería contemplar un área de TICs centralizada para establecer la arquitectura, implementar la infraestructura y dar pautas generales sobre aplicaciones, mientras que áreas de TICs dependientes de cada línea de negocios dispondrían de autonomía para la implementación de aplicaciones.
- Si como visión se busca dar una autonomía absoluta a una o varias líneas de negocios, la estructura debería implementar un área independiente de TICs en esa o esas líneas

13.5.3 Arquitectura tecnológica

La arquitectura tecnológica describe conceptualmente la estructura y comportamiento de los diferentes elementos de hardware, software de base y comunicaciones a utilizar, dando elementos sobre los cuales basarse para luego incorporar equipamiento y desarrollar aplicaciones.

En tal sentido la norma ISO/IEC 42010:2007[115] define “arquitectura” como "La organización fundamental de un sistema, encarnada en sus componentes, sus relaciones entre sí y el medio ambiente y los principios que gobiernan su diseño y evolución".

Integrando la arquitectura tecnológica encontramos:

- Tipo (o tipos) de equipamiento a utilizar (redes, virtualización, *mainframes*, etcétera).
- Sistema (o sistemas) operativos a utilizar (libres o propietarios, etcétera).
- Sistema o sistemas de gestión de bases a utilizar (libres o propietarios, etcétera).
- Esquema de comunicaciones a utilizar (tipos de vínculos, esquema de gestión, etcétera).
- Arquitectura (o arquitecturas) aplicativas a utilizar (capas, cliente-servidor, WEB, SOA, etcétera).
- Estándares a utilizar en cada uno de los elementos anteriores.

Como mencionamos en el punto anterior, la estructura organizativa tiene un fuerte impacto en las decisiones de unificar o no unificar arquitectura. Las investigaciones empíricas muestran que resulta más simple propender a una arquitectura homogénea si las decisiones se encuentran centralizadas.

[115] ISO/IEC 42010:2007, *Systems and Software Engineering – Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems.*

Los lineamientos en cuanto al grado de centralización o descentralización de los recursos tecnológicos y de las tecnologías a utilizar en cuanto a hardware (*mainframe*, servidores dedicados, servidores virtuales, etcétera), software de base (libre, propietario, etcétera) y de aplicación (cliente servidor, SOA, transaccional) y comunicaciones forman parte de la definición de la arquitectura tecnológica.

Una arquitectura estándar y flexible permite crecimientos y reordenamientos a la vez que también permite la resignación de recursos humanos y materiales. Sin embargo, debe analizarse cada negocio en particular ya que en algunos casos puede no justificarse.

La arquitectura determina:

- Infraestructura
- Grado de integrabilidad de componentes de HW y SW
- Potencialidad de aplicaciones

Un cambio en la arquitectura difícilmente pueda justificarse desde el punto de vista del retorno sobre la inversión en el momento de priorización de proyectos.

Por ejemplo, al realizar el análisis de factibilidad económica de un proyecto que requiere funcionalidades que sólo se logran con un cambio de arquitectura, las inversiones necesarias en equipamiento y capacitación, entre otras, serán significativamente elevadas con relación a los beneficios por el proyecto tratado. Asimismo, el nuevo nivel de conocimientos y prestaciones alcanzadas facilitará la realización de otros proyectos, reduciendo la inversión necesaria para ellos.

Éste tal vez es el motivo de mayor importancia para que la definición de tipo de arquitectura y de cambio de arquitectura se encuentre totalmente aislada de la definición sobre proyectos a realizar, ya que de no ser así el riesgo de quedar atado a tecnologías obsoletas sería muy elevado.

13.5.4 Marco para la priorización de proyectos

En toda organización, la cantidad de proyectos propuestos por sus integrantes es superior a la cantidad de proyectos que se pueden realizar, esto tanto por razones económicas como financieras y operativas. Por lo tanto, resulta habitual que el proceso de selección de proyectos se vea afectado por presiones sectoriales, relaciones de afinidad y cuestiones técnicas.

La fijación de un marco de priorización consistente con la visión estratégica limita la subjetividad en el armado del plan de proyectos a lo establecido por el marco mismo.

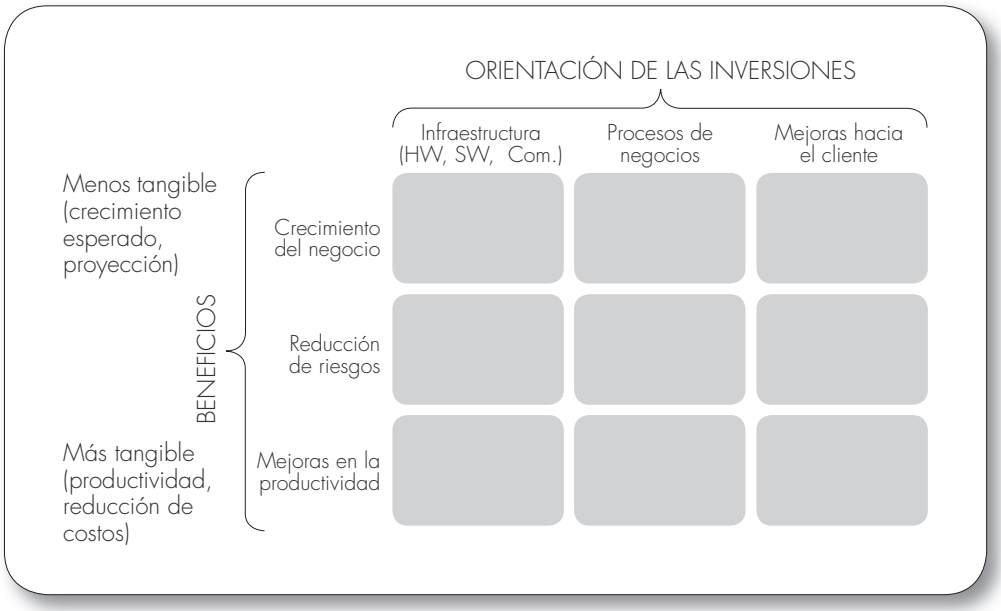
En tal sentido los lineamientos establecidos pueden incluir en forma individual o conjunta los siguientes criterios:

- Segmentación presupuestaria para separar proyectos de infraestructura de proyectos de aplicaciones.
- Segmentación presupuestaria para proyectos que sirven a un área funcional o que se aplican a varias áreas.
- Segmentación presupuestaria por área funcional, a los efectos de priorizar la asignación de recursos a un área por encima de otra.
- Priorización por tasa interna de retorno o algún otro indicador financiero.

Dentro de las herramientas que facilitan la comprensión de la relación entre inversiones necesarias en tecnología y plan de negocios se destaca el mapa de inversiones en TICs[116], pudiendo ser útil tanto para la formulación de políticas de segmentación presupuestaria como, ya en la etapa de definiciones tácticas, para apoyo para la priorización.

Figura 13.5

Mapa de inversiones en TICs



13.5.5 Esquema de abastecimiento

Como extremos en el esquema de abastecimiento podemos mencionar desde la gestión interna integral del área de sistemas hasta la tercerización completa de la misma.

La palabra inglesa *outsourcing*, utilizada en castellano como sinónimo de tercerización, describe claramente el sentido de ella al ser un constructo de las palabras *outside* (externo), *resource* (recurso) y *using* (usando), es decir, utilización de recursos externos.

Podemos definir como *outsorcing* la contratación externa de todos o parte de los recursos tecnológicos, actividades humanas y las tareas de gestión asociadas a la entrega de servicios de TICs a un proveedor externo.

El aprovisonamiento interno (*insourcing*) es, entonces, la incorporación dentro de la organización de los recursos tecnológicos, actividades y gestión de esos recursos en forma interna.

Habitualmente las organizaciones operan con esquemas mixtos, donde se tercerizan algunos recursos y actividades, y se mantienen otros en forma interna.

La decisión de tercerización tiene un significativo impacto estratégico. Por otra parte hay un atractivo en la potencial reducción de costos, no obstante hay riesgos en cuanto a dependencia del proveedor, capacidad de innovación y potencial formación de competidores.

En tal sentido, siguiendo la teoría de los costos de transacción (TCE, por *Transaction Cost Economics*), planteada originalmente por Coase[117], la tercerización se reco-

[116] G. Peters, "Evaluating your computer investment strategy" en *Information Management: Evaluation of IS investments*. Willcocks, Chapman and Hall, 1993.

[117] Coase, R.H, *The nature of the firm*, Economica, noviembre 1937.

mienda cuando el mercado, en el cual obtenemos los recursos tercerizados, resulta más eficiente que la administración de la organización; por lo tanto, al tercerizar, los costos de las actividades tercerizadas (incluyendo los costos de la tercerización misma, que podemos conceptualizar en costos de investigación de alternativas, de negociación, de control y riesgo potencial) resultan menores que los costos internos para esas mismas actividades. Esta diferencia de costos se da, entre otros motivos, por economías de escala de proveedores (terceros) especializados y por los incentivos del productor independiente, responsable de su propia supervivencia.

Desde la visión de las competencias centrales muchas de las actividades de TICs pueden considerarse no escenciales.

Nooteboom, en *Governance and Competence: how can they be combined?* (2002), menciona que las firmas deben concentrarse en las actividades en las cuales son mejores (competencias centrales) y tercerizar otras actividades tanto como pueda ser estratégicamente posible. Lo "estratégicamente posible" implica que puede ser necesario integrar actividades (aunque resulte no recomendable según la teoría de los costos de transacción) a los efectos de controlar riesgos de dependencia, o para mantener opciones para futuras competencias (las que hoy no serían centrales, pero podrían serlo).

Por otra parte, la divulgación de conocimientos diferenciadores puede ser controlada mejor en forma interna que con actividades tercerizadas, pudiendo atribuirse la diferencia de costo (si la tercerización resulta más económica) a una prima por mantener la confidencialidad. En caso de una fuerte conveniencia económica de la tercerización, se deberían tercerizar diferentes segmentos en distintos proveedores, manteniendo la integración del saber en forma interna tanto para evitar la divulgación como para mantener la capacidad de absorción de la actividad, si fuera ello conveniente y/o necesario.

Una pequeña firma puede proteger su conocimiento manteniéndolo más tácito. Para una gran firma es más difícil la división del trabajo, con muchos especialistas interactuando, lo que hace que el conocimiento sea documentado en procedimientos con el propósito de coordinación. Si la divulgación no puede ser protegida internamente, se puede tratar de mantener exclusividad y exigir a los terceros confidencialidad y que no interactúen con competidores. Sin embargo, esas restricciones provocan limitaciones a las fuentes de conocimiento a las que el tercero pueda acceder, reduciendo la variedad de conocimientos requeridos para la innovación. Esto se potencia en relaciones duraderas con exclusividad, en las que se reduce la distancia cognoscitiva y la variedad.

No obstante, debe tomarse en cuenta que es una visión ingenua del conocimiento considerarlo como un producto estandarizado (*commodity*) entregable por medio de un canal de comunicación. En tal sentido, solamente hay riesgo efectivo en el caso en que el competidor se encuentre en condiciones de absorber, imitar e implementar el conocimiento en un período determinado de tiempo.

Podemos conceptualizar como los principales factores, al determinar el esquema de aprovisionamiento, los siguientes:

Tabla 13.2 | Impulsores del *insourcing* y el *outsourcing*

Impulsores del *insourcing*	Impulsores del *outsourcing*
Atender competencias centrales	Reducción de costos
Resguardar confidencialidad	No atender competencias no centrales
Obtener mayor flexibilidad en la asignación de recursos	Obtener soporte especializado

Las diferentes actividades sobre las cuales definir el esquema de abastecimiento pueden agruparse de la siguiente manera:

- *Incorporación y mantenimiento de aplicaciones:* visión en cuanto a la mezcla de adquisición de paquetes (que tienda a reducir la diferenciación) y desarrollo propio (que debería tender a diferenciar).
- *Conformación del equipo de trabajo:* visión en cuanto a la incorporación de personal y tercerización total o parcial de algunas funciones, incluyendo actividades de desarrollo, soporte técnico, operaciones y soporte a usuarios finales.
  Puede definirse que ciertas actividades se realicen con recursos propios y otras sean resueltas con tercerizaciones.
  Por ejemplo, personal propio para la dirección de proyectos, la capacitación a usuarios, soporte a usuarios de segundo nivel y control operativo, y tercerización en tareas de programación y soporte a usuarios.
  Aún en el caso de un marco de *insourcing* general resulta razonable pensar que algunas funciones especializadas, que requieren aplicación de conocimientos de soporte técnico en oportunidades puntuales y personal altamente capacitado en esa función, sean tercerizadas.
  Asimismo, en el supuesto de tercerización de la operación total de sistemas y tecnología informática, es recomendable mantener al menos internamente las capacidades para la definición y control de las actividades tercerizadas.
- *Equipamiento y comunicaciones:* definición sobre la existencia de equipos y centro de cómputos propio o la tercerización de espacios y/o equipos. Podemos encontrar diferentes niveles de tercerización, los que podemos conceptualizar según sigue:

  - *Insource* total: desarrollar un espacio propio con equipos propios.
  - Abastecimiento mixto: algún nivel de utilización de centros de equipamiento (*datacenters*) con provisión de espacio físico para alojamiento de equipos, seguridad, energía ininterrumpida, conectividad básica redundante, con equipos (propios o alquilados) administrados por la organización, y redes de oficinas con equipos (propios o alquilados) con administración propia o de terceros.
  - *Outsource* total: utilización de espacios virtuales en equipos no propios.

  Con relación al equipamiento y operación de redes de comunicaciones en general, si bien hay casos de redes privadas, en la actualidad hay una fuerte tendencia a la tercerización de las comunicaciones, utilizando redes privadas virtuales provistas por el proveedor de comunicaciones.

Lacity, Willcocks y Feeny, en *The Value of Selective IT Sourcing*, desarrollaron una matriz para la "selección de canditatos a tercerización" basada en el análisis de las actividades candidatas en dos ejes, uno para ubicar la contribución que la actividad hace a la operación y el otro para ubicar el impacto competitivo de la misma (ver **Figura 13.6**).

Esta matriz resulta de gran utilidad para identificar las actividades que aportan valor competitvo (y, por ende, justifican su gestión interna) de las que no lo aportan (siendo recomendable, si económicamente es ventajoso, avanzar en la tercerización).

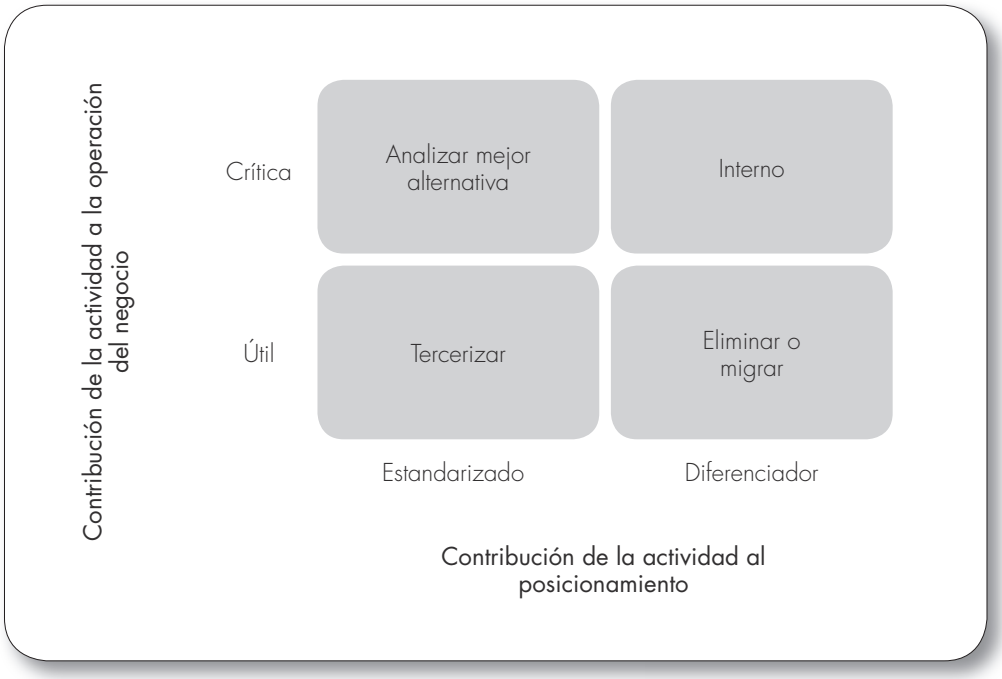


Figura 13.6
Selección de candidatos a tercerización

Ellos proponen los siguientes lineamientos:

- *Contribución crítica a la operación*. Contribuye como diferenciador al posicionamiento. Siendo crítico a la operación y constituyéndose en un diferenciador con relación a la competencia, se recomienda mantener el conocimiento y la independencia operativa, por lo tanto, la recomendación es mantener en forma interna.
- *Contribución crítica a la operación*. Actividad/Producto estandarizado. Se recomienda la mejor decisión en función de costos y garantías de calidad de servicio.
- *Contribución no crítica a la operación*. Actividad/Producto estandarizado. Este tipo de actividad (actividades y sistemas totalemente estandarizados que son de soporte del negocio) son fuertes candidatos a la la tercerización (sistema de liquidación de haberes, soporte de equipos de oficina, etcétera), debido a que es altamente posible obtener reducción de costos y, a la vez, liberar recursos gerenciales.
- *Contribución no crítica a la operación*. Actividad/Producto diferenciador. Actividades que diferencian el negocio de su competencia, pero de una forma tal en que los clientes no ven que agregan valor en forma significativa. Este tipo de actividad, que puede tener su origen tanto en algún pedido en su momento justificado como en una valoración errónea, agrega costos sin agregar valor, por lo tanto, es candidata a su eliminación o estandarización, pero ni a mantenerla ni a tercerizarla.

Por lo tanto, como producto de la visión estratégica deberíamos contar con documentos de trabajo que cubran la siguiente información:

- Situación actual
- Perfil tecnológico, arquitectura planteada y lineamientos estructurales
- Competencias a mantener, desarrollar y obtener
- Marco para la priorización de proyectos
- Esquemas de abastecimiento

Los documentos anteriores actúan limitando la discrecionalidad en las decisiones tácticas a los efectos de propender al alineamiento del plan de sistemas dentro del plan general de la organización.

13.5.6 La visión estratégica y el esquema de gobierno de SI/TI

El establecimiento de un esquema de gobierno explícito de TICs, que responda a la visión estratégica y haga cumplir los lineamientos antes descritos, es un elemento fundamental para garantizar el alineamiento de los planes, decisiones y acciones relacionadas con SI/TI en la organización toda con esa visión.

El mismo da un marco para la toma de decisiones, acciones y rendición de cuentas de las actividades de SI/TI en la organización toda (no sólo en el área específica), incluyendo la asignación de derechos y responsabilidades sobre las decisiones correspondientes a SI y TICs y el establecimiento de artefactos administrativos consistentes con la visión estratégica para tomar y monitorear esas decisiones, detallando claramente los responsables de cada tipo de decisión.

Este esquema, que, por definición debe corresponderse con los puntos antes mencionados, incluye principalmente los siguientes aspectos[118].

- Estructura organizativa, considerando tanto la estructura del área de sistemas en si misma como estructuras específicas, en forma de grupos de trabajo, creadas, por ejemplo, para el armado de los diferentes planes tácticos.
- Procesos para la gestión de compras de equipamiento y sistemas, con sus niveles de autorización y niveles de aprobación de excepciones.
- Procesos para la evaluación de la gestión operativa diaria y la marcha del plan estratégico.

La comunicación a la organización del esquema de gobierno de SI/TI facilita el alineamiento efectivo. De esta manera se busca evitar que, por ejemplo, el responsable de algún área realice adquisiciones de equipos que no respeten la arquitectura, aunque disponga de fondos suficientes en su presupuesto.

La explicitación de la visión estratégica para el conjunto de la organización y de un esquema de gobierno consistente ha demostrado impactos positivos en los resultados de las organizaciones. En tal sentido podemos mencionar las siguientes investigaciones:

- El estudio de Boritz y Lim[119] sobre 84 firmas con funcionamiento explícito de comité de estrategias de TICs, comparadas con una muestra de 84 firmas de las mismas industrias sin ese comité, concluyó que en las primeras, las tasas de crecimiento, el retorno sobre activos y el retorno sobre ventas resulta significativamente superior que en las segundas.
  - Tasas de crecimiento de +14,15% en 2004 y +15,56% en 2005
  - Retorno sobre ventas de +10,04% en 2004, y +22,71% en 2005
  - Retorno sobre activos de +9,27% en 2004 y +33,71% en 2005

[118] Los diferentes autores presentan diferentes agrupaciones de elementos, conceptualmente similares a la descrita en esta obra. En nuestra opinión y en función de nuestra experiencia ésta es, entre otras, una agrupación pertinente.

[119] J. Efrim Boritz y Jee-Hae Lim, *Impact of top management´s IT knowledge and IT Governance mechanisms on financial performance*, University Of Waterloo, School of Accountancy, Twenty Eighth International Conference on Information Systems, Montreal, 2007.

- La investigación de Weill y Ross[120] verificó que la claridad en el diseño del esquema de gobierno de las TICs, su conocimiento y aplicación es el indicador mejor correlacionado con el correspondiente a un superior rendimiento financiero.
  - Las empresas con gobierno efectivo de TICs obtienen utilidades un 20% superiores que empresas similares con estrategias equivalentes. Ofrecen también mayor retorno sobre las acciones y obtienen una mayor capitalización.
  - En tales empresas entre el 60% y el 80% de los gerentes pueden describir el esquema de gobierno de TICs en su organización y lo utilizan a diario. (En el total de la muestra solo el 33% de los gerentes conocen el esquema de gobierno de TICs en su empresa).
  - No se identificó un esquema de gobierno específico asociado a mejores resultados (todo esquema es válido, en la medida en que sea consistente con la organización en particular, explicitado, comunicado y aplicado).

13.6 ELABORACIÓN DEL PLAN TÁCTICO

El plan táctico debe identificar las acciones necesarias para llevar a cabo la visión estratégica, enmarcadas en el largo plazo con especial detalle en los próximos años.

Deben identificarse las acciones para realizar la transformación entre la situación actual y la situación objetivo.

A efectos expositivos, y por tratarse de elementos con características diferenciadas, pueden identificarse los siguientes sub planes, los que necesariamente deben estar coordinados entre sí debido a la marcada interdependencia que los une:

- Plan de recursos humanos, con un alcance de dos a tres años.
- Plan para la transformación de recursos físicos, con un alcance de dos a tres años.
- Plan de proyectos de Sistemas de Información, con un alcance temporal menor.

Idealmente el tiempo de duración de los proyectos no debería superar el año, ya que el riesgo de modificaciones en el contexto es mayor a mayor nivel de detalle.

Cada uno de los planes debe tener puntos de control e indicadores que permitan medir su grado de cumplimiento claramente incorporados al plan mismo, a los efectos de facilitar las revisiones mencionadas al introducir el tema El Proceso Estratégico.

13.6.1 Plan de Recursos Humanos

Este plan debe garantizar la disponibilidad de los recursos con las competencias necesarias para llevar adelante el plan estratégico, tomando como base de trabajo las competencias y la estructura consideradas en la situación objetivo descrita en la visión estratégica.

Incluye el establecimiento de la estructura organizativa y las acciones de capacitación, contratación y tercerización de recursos humanos que resulten necesarias para la concreción de los planes de proyectos de infraestructura y sistemas de información.

El mayor desafío del plan de recursos humanos está dado cuando se resuelve un cambio de arquitectura tecnológica. En tal caso, para la concreción de las acciones del plan de infraestructura resulta de fundamental importancia balancear la capacitación de los colaboradores actuales (no formados en la nueva tecnología) con la incorporación o contratación de expertos en las nuevas tecnologías, tanto por razones éticas como a los

[120] Conclusiones de estudios del MIT Sloan Center for Information Systems Research realizados entre 2001 y 2004. P. Weill y J. Ross, *IT Governance: How top performers manage IT decision rights for superior results*, HBSP, 2004.

efectos de evitar problemas de adhesión (con su impacto tanto en el rendimiento como en cuestiones de control interno) y conflictos con el personal.

El plan de recursos humanos se materializa en las actividades de capacitación y de incorporación de recursos a realizar.

13.6.2 Plan de proyectos de infraestructura (transformación de recursos físicos)

La infraestructura incluye los componentes elegidos para implementar la arquitectura, en el marco del perfil tecnológico definido y el esquema de abastecimiento dado.

En tal sentido corresponde disponer de:

- Equipos servidores, de almacenamiento y de software de base utilizado y a incorporar.
- Equipamiento de comunicaciones (*hubs*, *routers*, *firewalls*, etcétera) con detalle del software y tipos de vínculos utilizados.
- Lista de sistemas aplicativos.

Las principales consideraciones para definir el plan de infraestructura son:

- Ciclo de vida, ajustes
- Adaptabilidad
- Escalabilidad
- Mantenimiento
- Seguridad

Este plan debe garantizar la disponibilidad de la infraestructura tecnológica para llevar adelante la implementación del plan de proyectos de sistemas de información.

El plan de proyectos de infraestructura se materializa en la descripción de cada uno de los proyectos a realizar, con su definición de objetivos, identificación de recursos (humanos, físicos y materiales) y plazos esperados.

13.6.3 Plan de proyectos de Sistemas de Información

El plan de proyectos es el producto de la priorización de los proyectos identificados según el marco establecido y las disponibilidades dadas por el plan de recursos humanos y de recursos físicos.

Incluye la identificación de cada proyecto, sus objetivos, recursos asignados (presupuesto financiero, asignación de personal, contrataciones, infraestructura) y puntos de control para considerarlo exitoso.

La priorización de proyectos en función de los objetivos estratégicos es de fundamental importancia, considerando la inversión en tiempo y recursos, y los costos de oportunidad originados en los proyectos no priorizados.

La elaboración del plan, que normalmente se realiza en niveles intermedios de la organización, debe tener presente el marco dado por la visión estratégica. Cuanto más explícito este marco menor subjetividad en el armado del plan. En tal sentido, un reciente estudio realizado por el Project Management Institute[121] concluye que sólo el 52% de los proyectos agregan valor estratégico a la organización. Esto nos indica que los esfuerzos por una priorización adecuada bien valen la pena, por más esmerada que sea la gestión de proyectos (eficiencia) no compensa la dilapidación de recursos originada en errores de priorización (efectividad).

[121] Citado por Bryan Maizlish y Robert Handler en *IT Portfolio Management: Unlocking the business value of technology*, Wiley, 2005.

El "cuadrante estratégico de las TICs" es una herramienta tradicional y efectiva que permite ubicar en un gráfico el impacto estratégico de las aplicaciones de tecnologías de la información[122], facilitando la clasificación de aplicaciones actuales y futuras, para discutir y determinar la mezcla adecuada y su priorización.

El mismo facilita el agrupamiento de aplicaciones según los siguientes conceptos:

- *Aplicaciones de soporte:* son las aplicaciones complementarias para el desarrollo de los negocios actuales, que no aportan valor estratégico ni son determinantes de la operación diaria.
- *Aplicaciones operativas o de producción (factory):* aplicaciones críticas para las operaciones diarias. Una falla en la continuidad operativa impacta directamente en la operación del negocio.
- *Aplicaciones estratégicas:* aplicaciones claves para desarrollar nuevos negocios, o ampliar los actuales obteniendo nuevas ventajas competitivas.
- *Aplicaciones transformadoras:* aplicaciones que se perciben como fuertemente transformadoras, de alto valor estratégico potencial, aún no confirmadas. Las inversiones en este cuadrante típicamente se orientan a la exploración de nuevas tecnologías o nuevas combinaciones para obtener ventajas competitivas.

Figura 13.7
Cuadrante estratégico de las tecnologías de la información

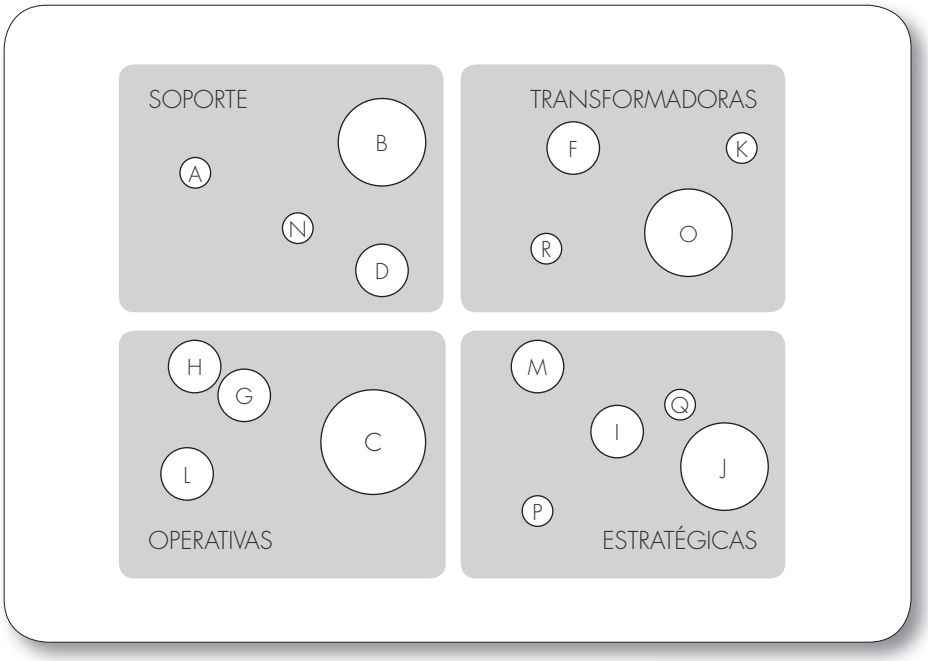
Evidentemente, una organización debería tratar de distribuir sus inversiones al elaborar el plan en mayor medida en aplicaciones estratégicas y, dependiendo de su visión sobre la exploración de nuevas oportunidades, transformadoras. La inversión en aplicaciones de soporte y operativas solamente se justificaría si el retorno sobre esa inversión las financiara enteramente, incluyendo, en la consideración de los costos, el impacto que el tiempo de gestión aplicado a ellas provocara al desatender aplicaciones de los otros dos tipos.

Tomando como base el cuadrante estratégico y señalando la contribución esperada por los diferentes proyectos alternativos, marcando mayor contribución con mayor diámetro, construimos la Matriz de Relación Contribución/Impacto Estratégico de la Tecnología de la Información (**Figura 13.8**).

[122] Su versión original se remonta a F. Warren McFarlan y James L. McKenney en *Corporate information systems management: the issues facing senior executives*, Irwin, 1983.

Figura 13.8

Matriz de relación contribución/ Impacto estratégico de la tecnología de la información



El plan de proyectos de sistemas de información se materializa en la descripción de cada uno de los proyectos a realizar, con su definición de objetivos, identificación de responsable, recursos (humanos, físicos y materiales) y plazos esperados.

13.7 LA ESTRATEGIA DE SISTEMAS Y LAS PYMES

Los estudios sobre el nivel actual de utilización de tecnología informática en las Pymes indican que su uso está en general orientado a tareas básicas de oficina, por lo cual resulta posible lograr un crecimiento significativo de la contribución estratégica que la tecnología les puede brindar.

Por un lado, en las Pymes del área de Software y Servicios Informáticos hay un limitante para su crecimiento dado por la falta de recursos capacitados, tal como menciona el informe *Situación actual y desafíos futuros de las PyME de Software y Servicios Informáticos 2005-2006* de la Fundación Observatorio PyME (2006), que dice:

> "La escasez de recursos humanos calificados –técnicos y profesionales universitarios– significa un limitante al crecimiento de la capacidad productiva en un sector donde el capital humano representa el principal aporte."

Similar situación se da en áreas de TICs en empresas de otros sectores, tal como se destaca en el informe *Prospectiva TIC 2020* del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (2009).

Esto provoca que, si bien en muchos casos se realizan inversiones para la incorporación de equipamiento, esas inversiones no ofrecen todas las prestaciones y beneficios tanto en cuanto a economías como en cuanto a diferenciación que podrían generar.

Creemos que esta oportunidad de mejora puede ser capitalizada por los futuros graduados en Ciencias Económicas, dinamizando la transformación que las tecnologías de la información y las comunicaciones ofrecen a las pequeñas y medianas empresas para así agregarles valor.

CAPÍTULO 14

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS Y RECURSOS INFORMÁTICOS

Una vez que la estrategia se encuentra establecida, resta ponerla en práctica. Esto se logra mediante la gestión de los colaboradores y los recursos materiales (dinero, recursos tecnológicos, aplicación de dinero para la obtención de servicios y recursos tecnológicos).

Podemos conceptualizar dos tipos de actividades en la gestión: las operaciones y los proyectos.

Cuando mencionamos "operación" estamos hablando del funcionamiento de la actividad diaria, es decir, en nuestro caso, que los sistemas de información se encuentren funcionando sin inconvenientes. Al hablar de proyectos estamos considerando un objetivo a alcanzar, por ejemplo, implementar un nuevo sistema, cambiar un servidor, abrir una sucursal.

Las principales diferencias que se presentan entre la gestión de operaciones y la de proyectos se destacan en la **Tabla 14.1**:

Tabla 14.1 | Diferencias entre la gestión de operaciones y la de proyectos

Operaciones	Proyectos
Son actividades repetitivas (si bien pueden tener variaciones a lo largo del tiempo).	Cada proyecto es único. Requiere decisiones específicas, no programadas.
Durante la operación en la empresa en marcha se van sucediendo sin límite de continuidad.	Tienen un inicio y un fin, el que se alcanza al lograr el objetivo.
Tienen recursos humanos y materiales regulares.	Se asignan recursos humanos y materiales en forma específica, con variaciones significativas durante la duración del proyecto.

En los siguientes puntos haremos una breve mención a la gestión de operaciones y daremos una visión general de las características que tiene la gestión de proyectos.

14.1 GESTIÓN DE OPERACIONES

El objetivo de la gestión de operaciones es que los sistemas de información se encuentren funcionando sin inconvenientes para permitir su utilización por todos los usuarios, locales y remotos, en su actividad diaria para llevar a cabo los negocios.

En tal sentido, las reglas de una buena administración son las que corresponde aplicar, incluyendo procesos de calidad y la implementación de un conjunto de indicadores que permita a la dirección tener control efectivo de las operaciones de las distintas áreas.

14.2 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Mientras que la priorización de proyectos tiene como objetivo la eficacia en la selección para ejecutar así los proyectos o el conjunto de proyectos que agreguen el mayor valor a la organización, la administración de proyectos tiene como objetivo la eficiencia en la generación del producto objetivo, es decir, lograr el producto esperado con el menor costo.

El conjunto de proyectos que constituye el plan de proyectos es conocido como "portafolio de proyectos".

En algunos casos, ante la existencia de proyectos interdependientes, –debido a esa interdependencia (que puede originarse por complementariedad de objetivos, personal crítico compartido, entorno geográfico o comercial similar, etcétera) se considera que resulta oportuno una coordinación en la ejecución– ese conjunto de proyectos se agrupa en un "programa de proyectos", o "programa", con una dirección unificada o coordinada, con el objetivo de facilitar la coordinación, por ejemplo, resolviendo restricciones de recursos y coordinando secuencias de actividades.

14.2.1 Conceptualización de proyectos en el ámbito de los SI/TICs)

Los proyectos pueden ser más o menos extensos e incluir o no, según sea su objetivo, actividades tales como desarrollo o selección de software, instalación de hardware u otros. Como ejemplos de proyectos podemos mencionar:

- La selección de un software de gestión.
- La adaptación y puesta en marcha de un software de gestión.
- Las dos actividades antes descritas.
- La mudanza de un centro de cómputos.
- La instalación de una red de área local.
- La implementación de una red privada virtual.
- El desarrollo de un sistema de contabilidad.
- La instalación de terminales y un nuevo sistema.
- Un proyecto mixto, por ejemplo, para instalar una nueva sucursal, que incluya la coordinación de la obra arquitectónica, la provisión de muebles, la instalación de una LAN vinculada a una VPN, la instalación de equipos y software, la capacitación de usuarios y la puesta en marcha (que podría tratarse como un "programa" de proyectos).

Una definición de "proyecto" que ha tomado gran difusión en los últimos años dice: "Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único"[123].
Podemos agregar que para el logro del producto, que tiene un destinatario, es necesario realizar múltiples actividades interrelacionadas y aplicar recursos humanos y materiales de variadas fuentes; todo esto con un cierto nivel de incertidumbre en cuanto tanto a la tarea como a la interacción sistémica.

Analizando la definición podemos destacar las siguientes características:

- *Esfuerzo temporal, naturaleza finalista*. La noción de temporalidad implica la existencia de un ciclo de vida acotado, mucho más corto que el correspondiente al de la empresa en marcha.
- *Se lleva a cabo para crear un producto*. El proyecto tiene un objetivo que lograr, bien sea éste obtener un producto o proveer un servicio (en adelante "producto", objeto del proyecto).
- *Propósito único*. El producto de cada proyecto es único. Puede haber productos similares, pero no iguales. Si bien podemos encontrar semejanzas en, por ejemplo, la instalación de un cierto software de gestión, aun en el caso de idéntica customización, la singularidad estará dada por la variación en los usuarios, en el entorno y en las características de la organización.
- *Para alcanzar el objetivo es necesario desarrollar múltiples actividades,* cada una con una meta en si misma.
- *Destinatario*. Alguien (individual o plural) espera recibir el fruto del proyecto.
- *Las tareas están interrelacionadas*. Algunas tareas no pueden realizarse sin terminar otras (se encuentran interrelacionadas), o pueden ejecutarse en paralelo con otras o compiten entre sí por los mismos recursos. Un proyecto es un sistema en sí mismo, complejo por naturaleza.
- *Aplicación de recursos de múltiples fuentes*. Para obtener el producto es necesario aplicar recursos humanos y físicos. Mientras que los recursos humanos corresponden a la aplicación de tiempo para el desarrollo del proyecto, los recursos físicos pueden ser insumos, activos o participar temporalmente en el logro del proyecto. En tal sentido es posible que ciertos recursos físicos se conviertan en "insumos" del proyecto (por ejemplo, los cables de un proyecto de tendido de una LAN), otros se entreguen como "activos" (por ejemplo, los *routers* y otros elementos que conformen la LAN) o que se apliquen transitoriamente (por ejemplo, un analizador de protocolo utilizado para ver la calidad en la construcción de la LAN).
- *Incertidumbre*. El objetivo del proyecto, en tanto idealizado y no realizado, resulta estimado, esperado, incierto, y, por lo tanto, incorpora un determinado nivel de incertidumbre en cuanto a su concreción tal como se idealizó.

Vemos una cierta relación entre el esquema de gestión de proyectos y la metodología de desarrollo de sistemas que se aplique.

Al respecto, y si bien ampliamos la consideración de este punto en el Capítulo 11, podemos anticipar que las metodologías de desarrollo de sistemas atienden cuestiones y artefactos específicos para el desarrollo de sistemas, independientemente de las cuestiones de control de proyectos.

Durante la realización del proyecto se deben atender ambas cuestiones (gestión del proyecto y metodología de desarrollo), las que se complementan.

[123] *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*, Project Management Institute, 2008.

Si bien existen algunas diferencias en cuanto a terminología, podemos afirmar que todo proyecto pasa, dependiendo del objetivo, conceptualmente por las siguientes fases o etapas secuenciales:

- Definición de límites y alcances, y estudio de factibilidad (esta etapa, siguiendo nuestro enfoque, es parte integrante de la priorización para el armado del plan de proyectos).
- Organización y planeamiento.
- Ejecución y control.
  - Análisis y diseño
  - Adquisición, construcción y prueba
  - Puesta en marcha
- Finalización.

Esta conceptualización es general; hay diferentes metodologías diseñadas por instituciones y empresas que establecen diferentes requerimientos (algunas de ellas muy detalladas, llegando a establecer formularios y listas de control tipo) para cada etapa por ella definida. Aún siguiendo una metodología específica, la misma debe ser contextualizada a cada situación en particular, incluyendo la cantidad de fases a considerar.

Por ejemplo, para el proyecto de desarrollo de un sistema podemos tener una etapa de "diseño de la arquitectura de la aplicación", o no tenerla (porque la organización ya cuenta con un diseño de arquitectura) o incluirla en la etapa de "diseño de la aplicación".

Cada etapa tiene un propósito en sí misma, incluye una serie de actividades para lograr ese propósito durante las cuales se generan "productos intermedios", conocidos como "entregables", los que sirven tanto a los efectos de evaluación del cumplimiento de la etapa (plazos, tiempos, alcances) como de documentación sobre la tarea realizada, y también para analizar la necesidad de introducir ajustes en las tareas (para asegurar el cumplimiento del objetivo) o cambios en el producto, que impacten en el proyecto.

Es del caso mencionar que los entregables pueden o no participar del producto objeto del sistema, veamos:

- Algunos productos intermedios o entregables (por ejemplo, las fuentes de un programa) pueden constituir el producto entregado (el sistema objetivo del proyecto que pasan a integrar).
- Otros entregables (por ejemplo, un informe de avance) no constituyen el producto objetivo del proyecto, pero sí el entregable de la tarea en cuestión.

En la práctica, si bien las etapas son sucesivas, encontramos cierta superposición y, habitualmente, regresiones para incorporar cambios, por ejemplo, durante la ejecución es posible que se requiera realizar ajustes en la organización o, incluso, en el alcance.

La superposición de etapas (iniciar la siguiente antes de haber finalizado totalmente la actual) persigue como objetivo reducir el plazo total del proyecto, comprimiéndolo. Esta práctica, si bien permite reducir la exposición al tiempo, lo cual reduce la posibilidad de cambios en el producto esperado, objeto del proyecto, conlleva cierto riesgo, ya que puede implicar la realización de ajustes originados en la falta de elementos correspondientes a la etapa anterior en el momento de iniciar la siguiente.

Normalmente el plan del proyecto en el momento inicial es detallado para la primera fase y general para las siguientes. El nivel de detalle de las fases siguientes dependerá de cada caso en particular, llegándose al mayor nivel de detalle al inicio de cada fase. De manera análoga en la medida en que avanza el nivel de detalle del plan, se reduce el nivel de incertidumbre (ver **Figura 14.1**).

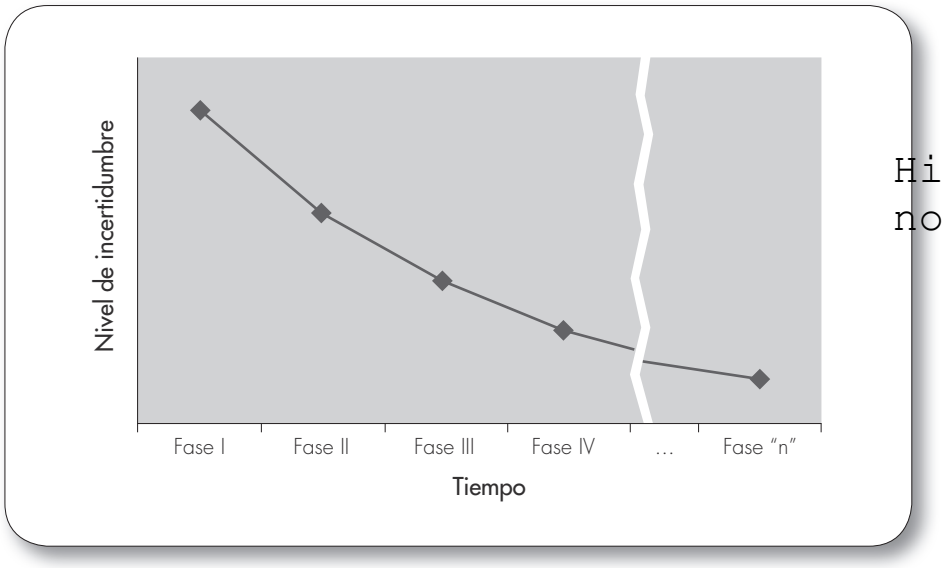


Figura 14.1

Hito: Punto no retorno

Si el entorno es sumamente incierto y evolutivo es recomendable trabajar con pequeños proyectos y escaso detalle en la planificación inicial. En tales casos, los proyectos pueden subdividirse en subproyectos (o constituirse en "programas" con diferentes "proyectos"), tratando a cada uno como un proyecto en sí mismo y facilitando tanto la superposición como la paralelización de fases entre los distintos subproyectos. Esto lleva un necesario correlato con la metodología de desarrollo a emplear.

Esta imposibilidad natural de realizar un plan detallado desde la definición misma del proyecto provoca la existencia inevitable de variaciones (positivas y negativas) entre el producto esperado y el alcance final alcanzado, la fecha de finalización planeada y la real, y el costo estimado y el realmente incurrido.

Esto determina la existencia de tres ejes sobre los cuales se mueve todo proyecto. Ellos son:

- Alcance
- Plazos
- Costos

Como vemos en la **Figura 14.2**:

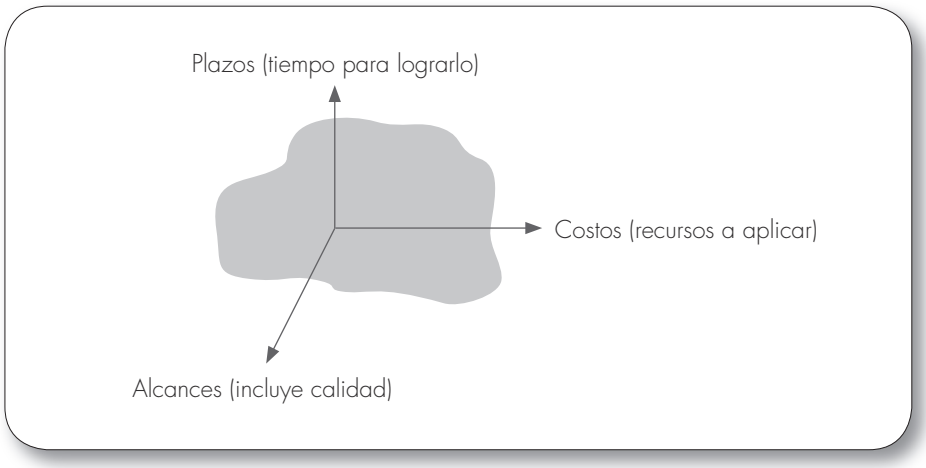


Figura 14.2
Ejes de un proyecto

El cumplimiento de los presupuestos correspondientes a estos tres ejes (a los que algunos autores agregan como cuarto elemento la calidad, mientras que nosotros consideramos que la calidad se encuentra incorporada al alcance) determina el éxito en el logro del proyecto. En el caso de no poder cumplir con los tres elementos a la vez, debe tenerse claro cuál de estos aspectos resulta más sensible, para ajustar los otros dos tratando de privilegiar al primero.

Estos tres ejes (alcance del producto, costo de los recursos aplicados y plazo de obtención del producto) constituyen las variables sobre las cuales trabajar durante el desarrollo del producto.

Con la finalización del proyecto, el producto del mismo pasa a integrar el conjunto de elementos en operación. Es decir, el proyecto concluye, la operación se inicia.

El ciclo de vida del producto se extiende durante toda la etapa en la cual se utiliza para las operaciones de la organización, es decir, hasta que el mismo deja de utilizarse. Durante la etapa de operación se aplicará el mantenimiento correspondiente a las operaciones, el que, en algunas oportunidades y según su complejidad (costo, profundidad, aplicación de recursos), podrá ser tratado como un proyecto en sí mismo.

A continuación incluimos, como caracterización conceptual de cada etapa, sus objetivos, sus actividades y entregables típicos. Es del caso mencionar que vamos a focalizarnos en este punto en las cuestiones vinculadas con el proceso de gestión de proyecto, no en las cuestiones correspondientes a la metodología de desarrollo utilizada para la generación del producto objeto del proyecto, las que tratamos en el Capítulo 11.

a) Definición de límites y alcances y estudio de factibilidad

Esta etapa, siguiendo nuestro enfoque, es parte integrante de la priorización para el armado del plan de proyectos, no de la gestión misma del proyecto para la cual la definición de límites y alcances da el marco de acción.

Tiene por objetivo llegar a un acuerdo en cuanto a los límites y alcances del sistema y los beneficios esperados de su realización (ingresos esperados, costos del proyecto en si y de la operación posterior), a los efectos de:

- Facilitar la priorización de proyectos.
- Proveer la base para la realización del proyecto.

Alcance = Scope

Las principales actividades son:

- Identificar las necesidades del usuario.
- Determinar el alcance del proyecto, enunciando sus principales funciones y explicitando sus límites.
- Identificar alternativas de realización.
- Realizar el cálculo de costo-beneficio (tangibles e intangibles) y el plan global de trabajo de alternativas de solución, tanto del desarrollo del proyecto como de la operación posterior.

Los productos típicos son:

- Documentos de requerimientos y alternativas de realización.
- Documentos de límites y alcances.
- Documentos de soporte de costos y beneficios esperados.

b) Organización y planeamiento

Esta etapa persigue como objetivo sentar las bases para la realización del proyecto, incluyendo la estructura organizativa que se dará al mismo, la asignación de recursos humanos y materiales, y el plan de trabajo a nivel general.

TIO - Tema / Importancia / Obligado

Las principales actividades son:

- Desarrollar el plan de trabajo, identificando las actividades a nivel global.
- Armar el grupo de trabajo, incluyendo a todos los involucrados, típicamente el destinatario del proyecto, el responsable o líder del proyecto, personal usuario, personal de sistemas y colaboradores de otras áreas, entre ellos pero no exclusivamente, de:
  - Auditoría y seguridad, para verificación de aspectos de control interno y las sugerencias de seguridad
  - Recursos Humanos, para la preparación de capacitación, asignación de personal, establecimiento de incentivos, etcétera.
  - Finanzas, para la provisión de fondos en tiempo y forma
- Establecer los procedimientos de comunicación y control.
- Establecer la documentación a utilizar.

Los productos típicos son:

- Estructura organizativa y afectación de personal y recursos.
- Plan del proyecto.
- Documentación a utilizar.
- Procedimientos de comunicación y control.
- Detalle de principales riesgos.

c) Análisis y diseño

El análisis y diseño tiene por objetivo realizar la descripción completa del sistema para que luego, según la metodología seleccionada, se puedan ejecutar las tareas de construcción (desarrollo, customización, etcétera).

Las principales actividades son:

- Desarrollar el plan de trabajo a nivel de detalle del resto de las tareas de ejecución y control.
- Identificar los datos intervinientes, estructurarlos.
- Definir en detalle la visión externa del sistema (pantallas, listados, respuestas vocales, etcétera) y las reglas de negocios.
- Definir la visión interna de sistema.

Los productos típicos son:

- Plan del proyecto ajustado.
- Informe de control de avance, desvíos y ajustes.
- Documento de diseño del sistema.
- Especificaciones para la construcción del sistema.

d) Adquisición, construcción y prueba

Esta fase tiene como objetivo la elaboración del producto a entregar, incluyendo, entre otras actividades, el desarrollo, la adquisición y/o adaptación de software, la obtención e instalación de hardware, la preparación de documentación para la capacitación, etcétera.

Las principales actividades son:

- Ejecutar las acciones necesarias para obtener el producto.
- Ejecutar las acciones necesarias para probar el producto.
- Preparar documentación sobre el producto y para usuarios.

Los productos típicos son:

- Plan del proyecto ajustado.
- Informe de control de avance, desvíos y ajustes.
- Producto.
- Documentación sobre el producto y para usuarios.

e) Puesta en marcha

La etapa de puesta en marcha incluye las actividades necesarias para la puesta operativa del producto.

Las principales actividades son:

- Entrenamiento a usuarios.
- Conversión y/o vuelco de datos.
- Instalación de hardware y relacionados.

Los productos típicos son:

- Plan del proyecto ajustado.
- Informe de control de avance, desvíos y ajustes.
- Producto en producción.

f) Finalización

Esta tarea incluye las actividades necesarias para dar por concluido el proyecto, en especial, la revisión crítica del proceso de éste a los efectos de capitalizar la experiencia para próximos proyectos.

Las principales actividades son:

- Aceptación por el usuario.
- Revisión y actualización final de la documentación.
- Repaso de problemas, aprendizaje en el grupo y fuera de él sobre los inconvenientes que se tuvieron.
- Resignación de recursos, liberación de espacios.

Los productos típicos son:

- Informe de cierre del proyecto.
- Identificación de oportunidades de nuevos proyectos.

Una de las metodologías de gestión de proyectos más difundida en estos momentos es la generada por el Project Management Institute. Esa metodología, conocida como PMBOK (*Project Management Body of Knowledge* o, en español, cuerpo de conocimientos de la gestión de proyectos) se encuentra detallada en la obra *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (*Guía del PMBOK*).[124]

La **Tabla 14.2**, extractada de la *Guía del PMBOK,* muestra los procesos para la gestión de proyectos enumerados en la metodología propuesta por el PMI, agrupados en los cinco grupos y vinculados con las nueve áreas de conocimiento identificadas por la misma metodología.

[124] *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*, Project Management Institute, 2008.

Tabla 14.2 | Cinco grupos de procesos

		CINCO GRUPOS DE PROCESOS (44 PROCESOS DE DIRECCIÓN)				
		Procesos de iniciación	Procesos de planificación	Procesos de ejecución	Procesos de seguimeinto y control	Procesos de cierre
NUEVE ÁREAS DE CONOCIMIENTO	1. Gestión de la integración del proyecto	Desarrollar el ccta de constitución del proyecto: desarrolla el acta de constitución del proyecto que autoriza formalmente un proyecto.	Desarrollar el Plan de gestión del proyecto: documenta las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto.	Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto: ejecuta el trabajo definido en el plan de gestión del proyecto para lograr los requisitos del proyecto definidos en el enunciado del alcance del proyecto.	Supervisar y controlar el trabajo del proyecto: supervisa y controla los procesos requeridos para iniciar, planificar, ejecutar y cerrar un proyecto, a fin de cumplir con los objetivos de rendimiento definidos en el plan de gestión del proyecto.	Cerrar proyecto: finaliza todas las actividades en todos los Grupos de Procesos del Proyecto para cerrar formalmente el proyecto.
		Desarrollar el enunciado del alcance del proyecto (preliminar): desarrolla el enunciado del alcance del proyecto preliminar que ofrece una descripción del alcance a alto nivel.			Control integrado de cambios: revisa todas las solicitudes de cambio, aprueba los cambios y controla los cambios en los productos entregables y en los activos de los procesos de la organización.	
	2. Gestión del alcance del proyecto		Planificación del alcance: crea un plan de gestión del alcance del proyecto que documenta cómo se definirá, verificará y controlará el alcance del proyecto, y cómo se creará y definirá la estructura de desglose del trabajo (EDT).		Verificación del alcance: formaliza la aceptación de los productos entregables completados del proyecto.	
			Definición del alcance: desarrolla un enunciado detallado del alcance del proyecto como base para futuras decisiones del proyecto.		Control del alcance: controla los cambios en el alcance del proyecto.	
			Crear EDT: subdivide los principales productos entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de gestionar.			

		CINCO GRUPOS DE PROCESOS (44 PROCESOS DE DIRECCIÓN)				
		Procesos de iniciación	Procesos de planificación	Procesos de ejecución	Procesos de seguimeinto y control	Procesos de cierre
NUEVE ÁREAS DE CONOCIMIENTO	3. Gestión del tiempo del proyecto		Definición de las actividades: identifica las actividades específicas del cronograma que deben ser realizadas para producir los diferentes productos entregables del proyecto. Establecimiento de la secuencia de las actividades: identifica y documenta las dependencias entre las actividades del cronograma. Estimación de recursos de las actividades: estima el tipo y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma. Estimación de la duración de las actividades: estima el número de períodos laborables que se necesitarán para completar actividades individuales del cronograma. Desarrollo del cronograma: analiza las secuencias de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.		Control del cronograma: controla los cambios en el cronograma del proyecto.	
	4. Gestión de los costos del proyecto		Estimación de costos: desarrolla una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Preparación del presupuesto de costos: suma los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo a fin de establecer una línea base de costo.		Control de costos: ejerce influencia sobre los factores que crean variaciones del costo y controla los cambios en el presupuesto del proyecto.	
	5. Gestión de la calidad del proyecto		Planificación de calidad: identifica qué normas de calidad son relevantes para el proyecto y determina cómo satisfacerlas.	Realizar aseguramiento de calidad: aplica las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto emplee todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos.	Realizar control de calidad: supervisa los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad pertinentes e identifica modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio.	

		CINCO GRUPOS DE PROCESOS (44 PROCESOS DE DIRECCIÓN)				
		Procesos de iniciación	Procesos de planificación	Procesos de ejecución	Procesos de seguimeinto y control	Procesos de cierre
NUEVE ÁREAS DE CONOCIMIENTO	6. Gestión de los Recursos Humanos del proyecto		Planificación de los Recursos Humanos: identifica y documenta los roles del proyecto, las responsabilidades y las relaciones de informe, y también crea el plan de gestión de personal.	Adquirir el equipo del proyecto: obtiene los recursos humanos necesarios para completar el proyecto. Desarrollar el equipo del proyecto: mejora las competencias y la interacción de los miembros del equipo para lograr un mejor rendimiento del proyecto.	Gestionar el equipo del proyecto: hace un seguimiento del rendimiento de los miembros del equipo, proporciona retroalimentación, resuelve polémicas y coordina cambios a fin de mejorar el rendimiento del proyecto.	
	7. Gestión de las comunicaciones del proyecto		Planificación de las comunicaciones: determina las necesidades de información y comunicación de los interesados en el proyecto.	Distribución de la información: hace que la información necesaria esté disponible para las personas interesadas en el proyecto en el momento oportuno.	Informar el rendimiento: recopila y distribuye información sobre el rendimiento, incluido el informe de estado de la situación, la medición del avance y las proyecciones. Gestionar a los interesados: gestiona las comunicaciones a fin de satisfacer los requisitos de los interesados en el proyecto y resolver polémicas con ellos.	
	8. Gestión de los riesgos del proyecto		Planificación de la gestión de riesgos: decide cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto. Identificación de riesgos: determina qué riesgos pueden afectar al proyecto y documenta sus características. Análisis cualitativo de riesgos: prioriza los riesgos para otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto. Análisis cuantitativo de riesgos: analiza numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto. Planificación de la respuesta a los riesgos: desarrolla opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.		Seguimiento y control de riesgos: realiza el seguimiento de los riesgos identificados, supervisa los riesgos residuales, identifica nuevos riesgos, ejecuta planes de respuesta a los riesgos y evalúa su efectividad durante todo el ciclo de vida del proyecto.	

		CINCO GRUPOS DE PROCESOS (44 PROCESOS DE DIRECCIÓN)				
		Procesos de iniciación	Procesos de planificación	Procesos de ejecución	Procesos de seguimeinto y control	Procesos de cierre
NUEVE ÁREAS DE CONOCIMIENTO	9. Gestión de las adquisiciones del proyecto		Planificar las compras y adquisiciones: determina qué comprar o adquirir, y cuándo y cómo hacerlo.	Solicitar respuestas de vendedores: obtiene información, presupuestos, licitaciones, ofertas o propuestas, según corresponda.	Administración del contrato: gestiona el contrato y la relación entre el comprador y el vendedor, revisa y documenta cuál es o ha sido el rendimiento de un vendedor a fin de establecer las acciones correctivas necesarias y proporcionar una base para relaciones futuras con el vendedor, gestiona cambios relacionados con el contrato y, cuando corresponda, gestiona la relación contractual con el comprador externo del proyecto.	Cierre del contrato: completa y aprueba cada contrato, incluida la resolución de cualquier tema abierto, y cierra cada contrato.
			Planificar la contratación: documenta los requisitos de los productos, servicios y resultados, e identifica los posibles vendedores.	Selección de vendedores: revisa ofertas, selecciona entre posibles vendedores y negocia un contrato por escrito con un vendedor.		

La gestión de proyectos incluye la aplicación práctica de habilidades, herramientas y técnicas en las actividades del proyecto para tender a alcanzar el producto esperado, en el costo esperado y el tiempo esperado, minimizando las variaciones en alcance, costo y tiempo.

La gestión de proyectos tiene dos vertientes: la "técnica" o dura, y la "humana" o blanda. En general, las metodologías habitualmente utilizadas consideran en mayor medida las cuestiones técnicas, mientras que las cuestiones humanas no se han desarrollado tanto.

La visión técnica incluye artefactos administrativos para gestionar las actividades del proyecto, tanto desde lo procedimental como desde lo herramental.

La visión blanda incluye aspectos vinculados al manejo del poder en la organización, técnicas de negociación, liderazgo y manejo de grupos de trabajo en general.

El estudio realizado por el Project Management Institute[125] ya mencionado en el Punto Plan de proyectos de sistemas de información (Punto 13.6.3) concluyó que, en la muestra tomada del total de proyectos, el 72% no cumplen con el plazo ni el presupuesto ni la funcionalidad esperada o fueron cancelados antes de su implantación, y del 28% restante, el 45% excede el presupuesto y el 68% toma más de lo planeado.

Esta situación expone claramente que, pese a los esfuerzos realizados, la gestión de proyectos dista de ser eficiente.

14.2.2 Principales herramientas utilizadas en la gestión de proyectos

a) Estructura de descomposición del trabajo (EDT) y análisis de precedencias

La descomposición de las tareas necesarias para la concreción del producto objeto del proyecto es, a juicio de los autores, la actividad principal para facilitar la posterior gestión del proyecto. Una buena descomposición es pre-requisito ineludible para la construcción del diagrama de red de actividades y las posteriores actividades de coordinación, control y ajuste, agregando transparencia y previsibilidad.

En el primer nivel se encuentra el producto objeto del proyecto, el que se va desmenuzando en forma sucesiva hasta el último nivel, en tal sentido:

[125] Citado por Bryan Maizlish y Robert Handler en *IT Portfolio Management: Unlocking the Business Value of Technology*, Wiley, 2005.

- El primer nivel representa el producto esperado.
- El segúndo nivel de la estructura de descomposición de tareas incluye la totalidad de los elementos que conforman el producto.
- Cada nivel subsiguiente representa la totalidad de los elementos en los que se puede subdividir el elemento del cual dependen en el nivel anterior.
- El último nivel es denominado "tarea elemental".

La cantidad de niveles de descomposición depende tanto de la naturaleza del elemento como de las características de su producción y la etapa del proyecto, este tema lo vamos a retomar más adelante.

Las tareas son llevadas a cabo para producir los entregables que las identifican. El nombre dado a cada elemento corresponde a entregables (documentos, equipos, servicios o elementos verificables) no a las acciones necesarias para obtenerlos. Esto facilita la medición (se entregó o no se entregó), por ejemplo:

- En lugar de "análisis del proceso de compras" o "analizar el proceso de compras", corresponde "documento de análisis del proceso de compras".
- En lugar de "programación de módulo XX" corresponde "código fuente de módulo XX".

Cada tarea elemental debe incluir en su descripción claramente al menos los siguientes elementos:

- Él o los productos entregables esperados.
- El responsable (único) de la obtención del producto.
- El costo asociado (con una o múltiples expresiones, según corresponda, como por ejemplo, horas hombre, aplicación de recursos monetarios).

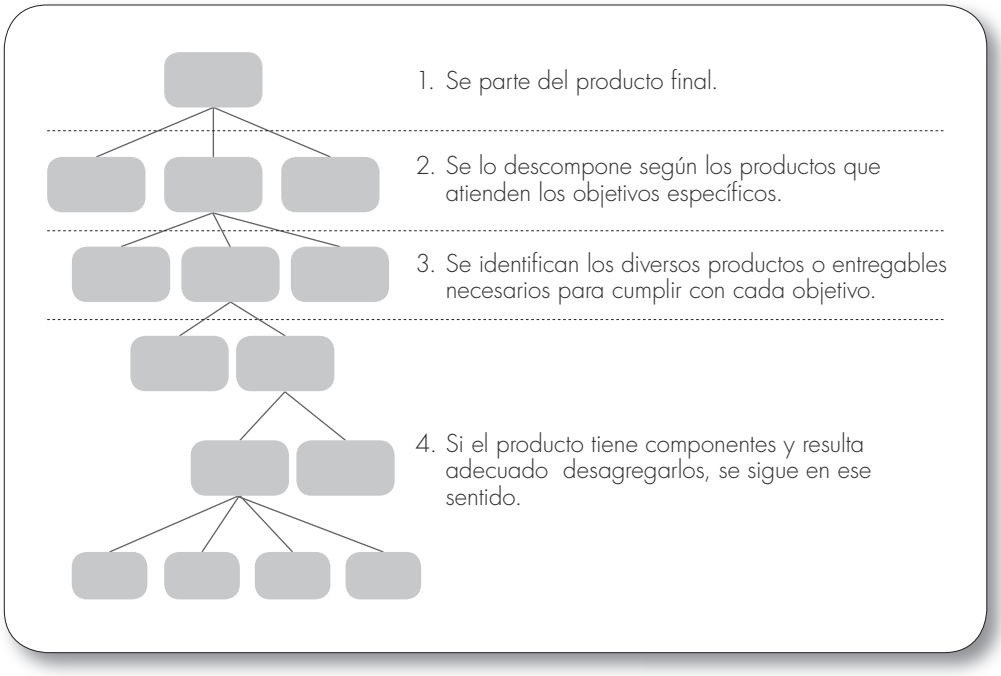


Figura 14.3
Descomposición de tareas

De esta forma, las tareas elementales se constituyen en las células que permiten acumular la información sobre su realización y acumulan los costos, facilitando la coordi-

nación de actividades y el control efectivo del avance del proyecto en alcance, plazo y costo para poder ejecutar las correcciones necesarias en tiempo y forma, tendiendo a minimizar los desvíos.

Una vez que la EDT se encuentra realizada, corresponde continuar con el análisis de precedencias entre tareas, es decir, se determinan cuáles son las tareas que deben estar cumplidas para iniciar la ejecución de una tarea en particular.

Como ya mencionamos, la etapa de organización y planeamiento incluye el plan de trabajo a nivel general, el que identifica las actividades a nivel global. En la medida en que avanzamos en el proyecto, esas actividades se van desagregando en forma sucesiva hasta llegar al nivel de las tareas elementales.

Habitualmente al inicio de cada fase del proyecto deberíamos estar en condiciones de llegar a las tareas elementales, ahora bien, ¿cómo identificamos cuál es una tarea elemental?

Algunos autores proponen que el nivel adecuado de desagregación debe llegar hasta donde no sea posible desagregar los entregables. En nuestra opinión, este enfoque puede crear una suerte de sobre-desagregación que provoca complejidad en el control (dificultándolo) sin agregar valor alguno.

Es cierto que si las tareas elementales son muy amplias (cuando, por ejemplo, por presentar varios entregables se las podría dividir en sub tareas), el control se hace difuso. Por otro lado también es cierto que si el nivel de granularidad es elevado (por ejemplo, un solo entregable por tarea) es posible que tengamos proyectos con miles de tareas, dificultando su seguimiento y sin agregar valor.

Teniendo en cuenta el objetivo escencial del EDT –esto es facilitar la coordinación de actividades y el control efectivo del avance del proyecto en alcance, plazo y costo para poder ejecutar las correcciones necesarias en tiempo y forma, tendiendo a minimizar los desvíos–, el nivel de desagregación óptimo, en nuestra opinión, es aquel que lleva a tareas elementales, con uno o múltiples entregables que tengan:

- Un responsable común de la obtención del producto.
- Las mismas tareas previas y posteriores.

Por supuesto que esa tarea, si tiene más de un entregable, puede ser a su vez desagregada para coordinar las actividades internas de la misma, las que pueden estar asignadas a más de una persona y pueden ser complejas, pero será responsabilidad directa del responsable de esa tarea (y no del responsable del proyecto, que tendrá responsabilidad secundaria), esa gestión.

Esto se ve claramente cuando se tercerizan algunas actividades. Por ejemplo, siguiendo los siguientes supuestos:

- En un proyecto se terceriza la construcción de los programas para emitir cuatro listados en un proveedor.
- La definición estará en el mismo momento para los cuatro listados.
- Las pruebas de aceptación se realizarán en forma conjunta.
- El proveedor es el mismo.

En este caso, una sola tarea elemental (con cuatro entregables, un único responsable y mismas tareas previas y posteriores) es suficiente.

Por el contrario:

- Si tuviéramos más de un proveedor, deberíamos tener una tarea elemental por proveedor.
- Si la definición de uno de los listados dependiera de otra actividad, ese listado debería segregarse e integrarse en una única tarea elemental con un solo entregable.

b) Diagrama de barras y de red

El diagrama de barras, conocido como Carta Gantt debido a que tomó difusión por los trabajos de Henry Laurence Gantt, colaborador y discípulo de F. Taylor, muestra la duración de las tareas sobre un eje del tiempo.

De esta forma, la longitud de las líneas es proporcional a la duración de las correspondientes tareas.

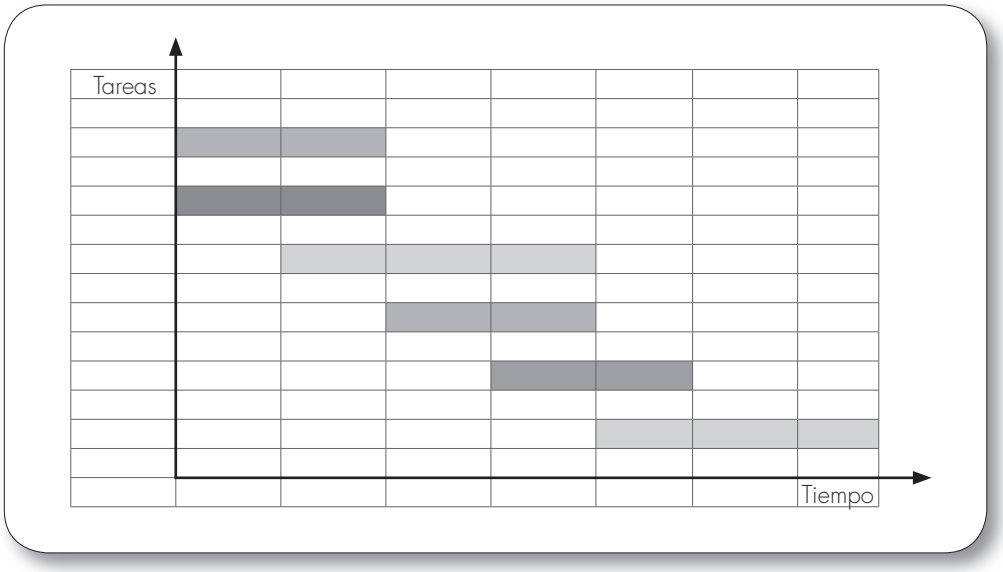


Figura 14.4
Carta Gantt

Por otra parte, el diagrama de red muestra cómo las actividades del proyecto fluyen de principio a fin, exponiendo las precedencias y dependencias, constituyendo "caminos" de tareas en algunos casos interrelacionadas o paralelas.

Facilita la visión de interrelaciones con relación al Gantt, ya que las tareas se exponen en forma de red en lugar de en forma de línea, a la vez que dificulta la visión temporal de las actividades.

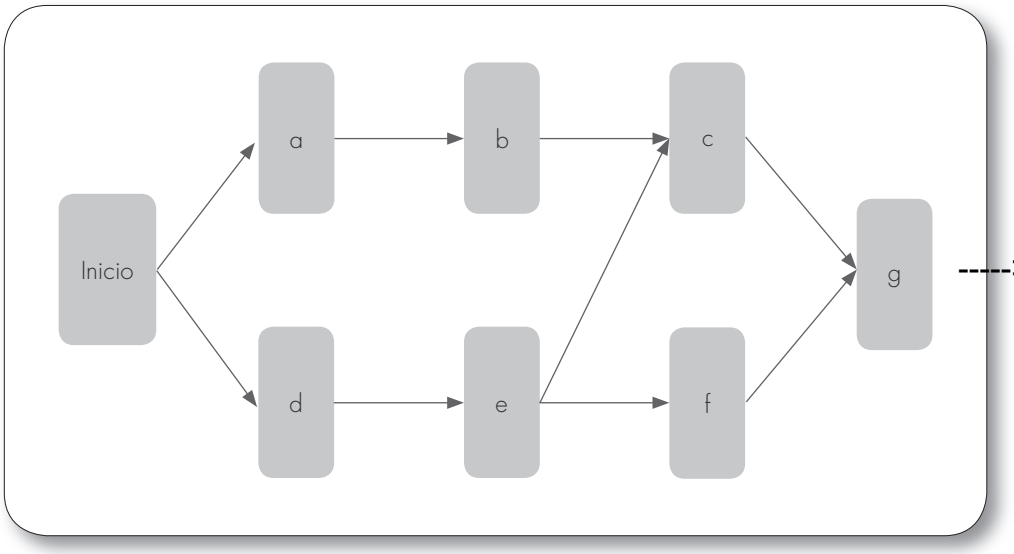


Figura 14.5
Diagrama de red. Interrelacion de tareas

c) Análisis de la duración del proyecto. Método del camino crítico y técnica de revisión y evaluación de programas

Una vez que conocemos la relación de precedencias y la duración de las tareas, resulta de particular interés para la gestión del proyecto determinar cuál es el tiempo mínimo de duración del proyecto y cuáles son las actividades que determinan esa duración.

Los métodos conocidos como método del camino crítico o CPM (por las iniciales en inglés de *Critical Path Method*) y técnica de revisión y evaluación de programas o PERT (por las iniciales en inglés de *Program Evaluation and Review Technique*) tienen como objetivo determinar ese tiempo.

Con ellos se explicitan las actividades que, si se demoran, impactan en la duración del proyecto, conformando el "camino crítico" y, asimismo, cuáles, de atrasarse, no impactan en el plan del proyecto, es decir, las que tiene cierta "holgura".

Ambos métodos fueron desarrollados entre 1957 y 1958. El método del camino crítico (CPM) fue desarrollado por la industria química E. I. du Pont de Nemours and Co. en conjunto con la División UNIVAC de la empresa Remington Rand para gestionar proyectos de mantenimiento de plantas químicas de DuPont. La técnica de revisión y evaluación de programas (PERT) se remonta a 1958, habiendo sido desarrollada por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los EE.UU. como parte del esquema para la gestión del proyecto Polaris (misil lanzado desde submarino), con participación de la consultora Booz, Allen y Hamilton, y la División de Sistemas de Armamentos de la Corporación Lockheed Aircraft.

La diferencia básica entre el CPM y el PERT es que mientras el primero supone que los tiempos de las actividades se conocen en forma determinística, PERT supone que el tiempo para realizar una actividad es una variable aleatoria que sigue la distribución de probabilidades beta, la que permite aproximar la duración media y el desvío estándar de cada actividad con la aplicación de las siguiente fórmula:

$$D = \frac{d_o + 4\, d_{mp} + d_p}{6}$$

Donde:

D = Duración media estimada de la tarea-
d_o = Duración estimada optimista.
d_{mp} = Duración estimada como más probable.
d_p = Duración estimada pesimista.

Y la dispersión como:

"$\sigma = (d_p - d_o) / 6$,"

En PERT los tres tiempos son estimados en función de la experiencia de los participantes y tratan de recoger la incerticumbre inherente en la actividad y el entorno.

En ambos casos, el tiempo estimado de duración del proyecto es el tiempo correspondiente a la suma de actividades que integran el camino crítico. En el caso del PERT, y suponiendo que la distribución de los tiempos de las distintas actividades son independientes (situación poco real), la varianza total del proyecto será la suma de las varianzas de las actividades del camino crítico.

Veamos los pasos para determinar el CPM y un ejemplo de su desarrollo:

Tabla 14.3 | Pasos para determinar el CPM

Paso	Acción	
1	Graficar las tareas, exponiendo los "caminos" necesarios en función de la interrelación de las mismas.	Las tareas se marcan como líneas que unen dos nodos, el de inicio y el de fin de la tarea, indicando en la misma línea la duración de la tarea.
		Al nodo de inicio concurren todas las tareas cuya finalización es prerrequisito para iniciar la tarea en cuestión.
		Del nodo de fin parten todas las tareas cuyo inicio tiene como prerrequisito la finalización de la tarea en cuestión.
		Vemos que el nodo de inicio del proyecto y el nodo de inicio de una tarea determinada puede estar vinculado por uno o varios "caminos", mostrando cada uno diferentes combinaciones de prerrequisitos.
2	Calcular la fecha más temprana de cada tarea.	La fecha más temprana correspondiente al nodo inicial de cada tarea se calcula en función de la suma de la duración de todas las tareas precedentes, tomando, en caso de más de un camino, el camino de mayor duración para garantizar que todos los prerrequisitos se cumplan.
3	Determinar la fecha de finalización estimada del proyecto.	La fecha de finalización es la fecha más temprana del nodo final del proyecto.
4	Calcular la fecha más tardía de cada tarea.	La fecha de finalización más tardía correspondiente al nodo final de cada tarea se calcula partiendo de la fecha del nodo final y se le resta la duración de cada tarea, tomando, en caso de más de un camino, el camino de mayor duración para garantizar que todas las tareas posteriores se cumplan.
5	Determinar el camino crítico.	El camino crítico (o caminos críticos) es aquel conformado por todas las tareas cuya duración determina la duración total del proyecto. Es decir, aquellas que si se atrasan su atraso implica un atraso similar en el proyecto.
		Participa de el todas las tareas cuyo "margen total" es igual a cero, definiendo el "margen total" como "fecha más tardía del nodo destino", "fecha más temprana del nodo de origen" y "duración de la tarea".
6	Determinación del intervalo de flotamiento.	El intervalo de flotamiento de una tarea es el "margen total". Cuando es "distinto a cero" implica que la tarea puede atrasarse o adelantarse sin impactar en la duración del proyecto.
		El análisis de este intervalo nos permite mayor flexibilidad en la asignación de colaboradores y recursos en general.

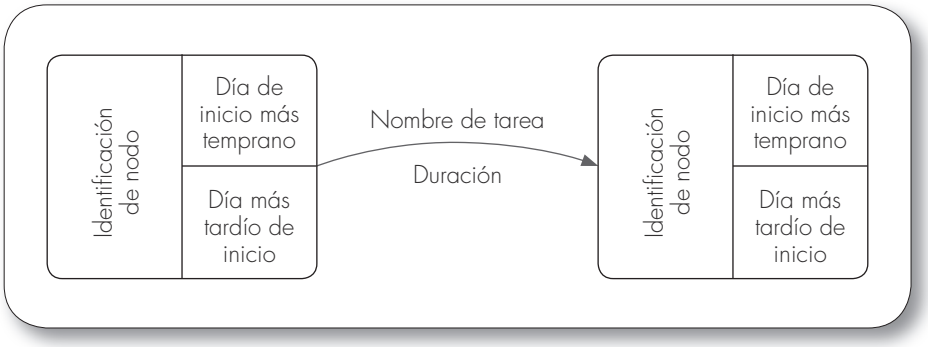
Supongamos un pequeño proyecto que incluye la adquisición de computadoras personales con software de oficina y aplicativos propios para instalar en una nueva dependencia, la cual requiere una obra civil de adecuación eléctrica.

Tabla 14.4 | Tareas identificadas y su duración

Tarea	Duración en días
Definir Cantidad de puestos	5
Seleccionar HW y SW	10
Contratar HW	5
Contratar SW	5
Recibir HW	20
Recibir SW	1
Contratar y ejecutar la obra civil	30
Planear y ejecutar la capacitación	20
Instalar HW	5
Instalar SW	5
Probar y liberar	5

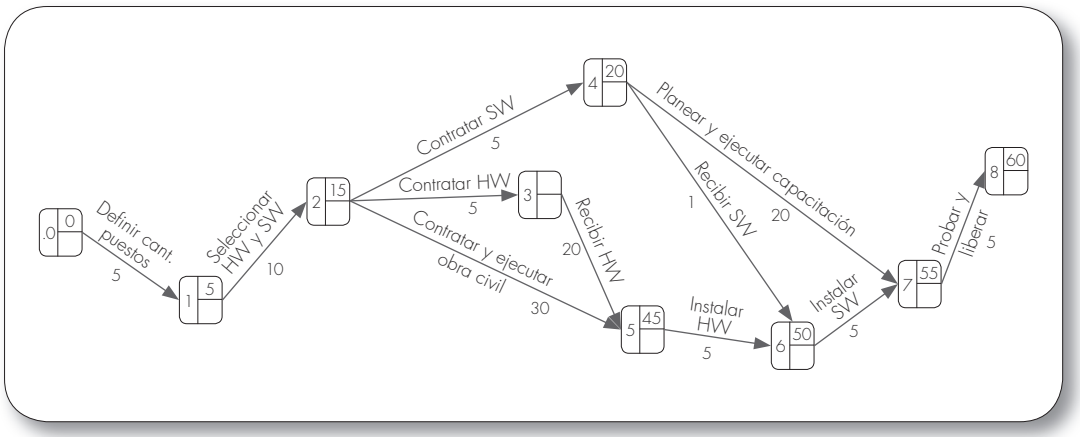
En la **Figura 14.6** utilizaremos la siguiente forma de graficación para las tareas:

Figura 14.6
Tarea delimitada por nodos



Nuestra figura de tareas interrelacionadas, señalando la "duración de cada tarea" y la "fecha más temprana" para su inicio será:

Figura 14.7
Tarea con duración y fechas más tempranas



Al determinar las "fechas más tardías" nuestra figura muestra:

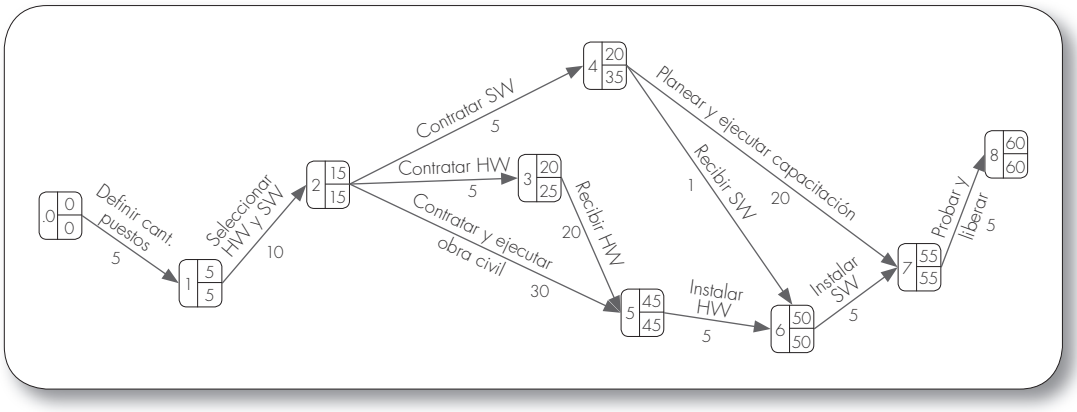


Figura 14.8
Agregando fechas más tardias

Graficando el "camino crítico" se ve:

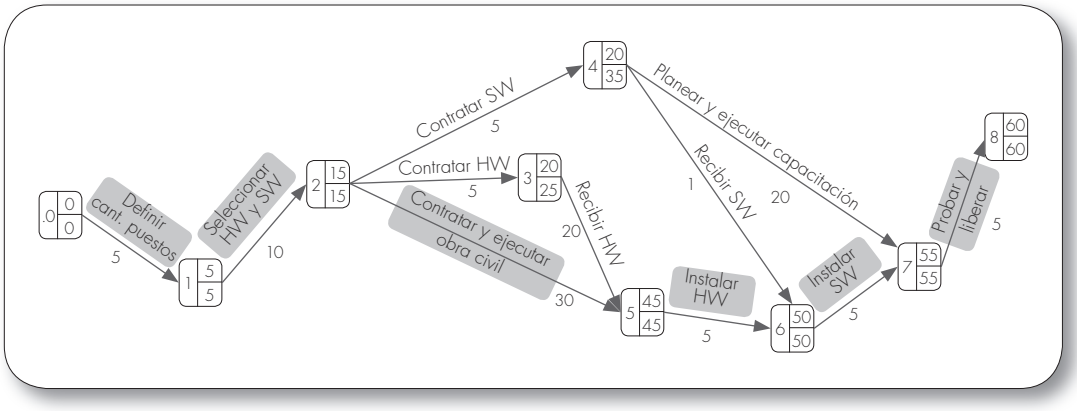


Figura 14.9
Identificación del camino crítico

Y la tabla que muestra las fechas y el margen es:

Tabla 14.5 | Tabla con tareas, prelación, duración, fechas y márgenes

Tarea	Duración en días	Nodo inicio	Fecha de inicio		Nodo fin	Fecha de fin		Margen total
			Más temprana	Mas tardía		Más temprana	Más tardía	
Definir cantidad de puestos	5	0	0	0	1	5	5	0
Seleccionar HW y SW	10	1	5	5	2	15	15	0
Contratar HW	5	2	15	15	3	20	25	5
Contratar SW	5	2	15	15	4	20	35	15
Recibir HW	20	3	20	25	5	45	45	5
Recibir SW	1	4	20	35	6	50	50	29
Contratar y ejecutar la obra civil	30	2	15	15	5	45	45	0
Planear y ejecutar la capacitación	20	4	20	35	7	55	55	15
Instalar HW	5	5	45	45	6	50	50	0
Instalar SW	5	6	50	50	7	55	55	0
Probar y liberar	5	7	55	55	8	60	60	0

d) Estimación de tiempos y costos

Los costos del proyecto incluyen los insumos en general, para los cuales normalmente el costo se obtiene solicitando un presupuesto y la aplicación de tiempo de los colaboradores asignados. Este último punto resulta crítico por el nivel de incertidumbre que pueden alcanzar las tareas de desarrollo de software y relacionadas.

Si bien la profundización de técnicas de estimación escapa a esta obra, en líneas generales podemos mencionar que hay diferentes esquemas para poder estimar los tiempos, basadas tanto en experiencias anteriores y la complejidad de las tareas como en el simple juicio de expertos (estimaciones subjetivas).

Una de las técnicas más difundidas es la conocida como análisis de puntos de función. Esta técnica, que se basa en manifestaciones externas del sistema a desarrollar o implementar, establece una "cantidad de puntos de función", la cual, a la luz de experiencias previas en proyectos en condiciones similares, considerados como "proyectos bases" para la estimación, puede utilizarse para estimar el esfuerzo requerido para el proyecto en estudio en función de la comparación de los puntos de función de los proyectos utilizados como base de estimación y el esfuerzo real insumido.

La cantidad de "puntos de función" representa una medida sintética del "tamaño" del sistema.

Este modelo fue ideado por Allan J. Albretch para determinar variaciones en la productividad en el desarrollo de aplicaciones comerciales, sobre la base de 22 proyectos de 500 a 105.000 horas de trabajo, entre 1974 y 1979, en el departamento de Servicios de IBM, en White Plains, New York, y presentado en su primera versión en 1983[126].

Este modelo busca determinar una medida de las funciones cubiertas independiente de la tecnología que se utilice, la calidad de los recursos, el ambiente, etcétera y plantea los siguientes pasos:

- Se definen las tareas llevadas a cabo en base a atributos externos, a los que Albretch llamó "manifestaciones materiales de toda aplicación", atribuyéndoles una "cantidad de puntos de función" con un método relativamente objetivo.
- Se toman todas las horas hombre aplicadas, en la totalidad de las tareas (definición, diseño, construcción, prueba y demostración, documentación –en el enfoque original, no la instalación–).
- El cociente, llamado "valoración primaria", determina la cantidad de horas hombre por punto de función.
- Se realiza un ajuste final, llegando a la cantidad de horas-hombre por punto de función ajustada.

En su presentación original se establecieron los siguientes valores:

- Valoración primaria.
  - Número de entradas x 4
  - Número de salidas x 5
  - Número de consultas x 4
  - Número de archivos maestros x 10
- Ajuste final, crecimiento del 5% hasta un tope del 50% en los puntos de función asignados, en función de cada uno de los siguientes puntos:
  - Entradas y salidas complejas
  - Cálculos internos complejos
  - Comunicación de datos

[126] Albretch y Gaffney, *Software functions, source line of code, and Developement Effort Prediction: A Software Science Validation*, IEEE Transactions on Software Engineering,1983.

- Actualización en línea
- Actualización simultánea de más de un archivo
- Otros factores propios de la instalación, la tecnología y la experiencia

Tabla 14.6 | Papel de trabajo para el cálculo de puntos de función

Descripción	Nivel de complejidad de la función			Total
	Simple	Promedio	Compleja	
Entrada	___ x 3 = ___	___ x 4 = ___	___ x 6 = ___	_____
Salida	___ x 4 = ___	___ x 5 = ___	___ x 7 = ___	_____
Actualización de archivos	___ x 7 = ___	___ x 10 = ___	___ x 15 = ___	_____
Consultas	___ x 3 = ___	___ x 4 = ___	___ x 6 = ___	_____
Total de puntos de función no ajustadas (PF-A)				_____
FCT = Factor de complejidad técnica Determinado según la valoración subjetiva (0 a 5) de 14 temas. FCT = 0,65 + 0,01 x Sumatoria de valoraciones subjetivas PF = Puntos de función = (PF-A) x FCT				

Los avances tecnológicos han reforzado la validez conceptual de este modelo, ya que permite que, en la medida en que se cuente con la información correspondiente, se contextualicen los elementos a determinar para la determinación de un "punto de función" y el esfuerzo requerido para construirlo.

Para que las estimaciones resulten efectivas se requiere:

- Armar la base de proyectos teniendo en cuenta situaciones similares o identificando claramente las diferencias.
- Seleccionar indicadores externos que representen razonablemente el esfuerzo y aplicarlos objetivamente a los diferentes proyectos.
- Mantener la base actualizada con las nuevas experiencias.

14.2.3 Aspectos humanos

Como mencionamos anteriormente la visión humana incluye aspectos vinculados al manejo del poder en la organización, técnicas de negociación, liderazgo y manejo de grupos de trabajo en general.

En tal sentido el profesor Saroka nos dice:

> "… la mayor parte de las debilidades de la actividad de sistemas pasan por sus variables humanas y no por sus variables técnicas. O, en todo caso, los problemas humanos actúan como "tapón" de las soluciones a los problemas técnicos. En consecuencia, cuando aquí se alude al factor humano, se involucran, principalmente, los aspectos psicosociales y de comportamiento de los miembros de la empresa, así como la cultura organizacional."[127]

[127] Raúl Saroka, *Sistemas de Información en la Era Digital*, Ed. Fundación Osde, Buenos Aires, 2002.

Entre los principales problemas podemos mencionar:

a) Resistencia al cambio

La natural resistencia al cambio que tienen los usuarios típicos (de todo nivel), debido a la incertidumbre sobre el futuro personal (desde potencial cambio en las tareas hasta pérdida del empleo) que provoca la introducción de nueva tecnología.

b) Problemas de comunicación e interpretación

Estos problemas entre los distintos integrantes del grupo de trabajo implican la realización de tareas no requeridas (incurriendo consecuentemente en costos innecesarios) y, a la vez, la falta de realización de tareas requeridas (con la falta de cobertura del alcance del producto).

Resulta habitual que se "acepte" como dogma el manejo de vocabulario técnico de sistemas y de las áreas usuarias, presuponiendo la comprensión recíproca, sin que ella se alcance.

Esto provoca tanto malas interpretaciones en cuanto a la tarea a desarrollar (cuando el analista no entendió al usuario) como aprobaciones de tareas no requeridas (cuando el usuario no entendió al analista).

c) Problemas de asignación efectiva de recursos

Este punto es de fundamental importancia para el cumplimiento del plan de trabajo.

En general, los conflictos de asignación efectiva se dan con mayor frecuencia en el personal con asignación parcial de tiempo al proyecto; en tal sentido podemos mencionar el caso de integrantes del grupo de trabajo por las áreas usuarias, que continúan realizando sus tareas habituales, o personal técnico que, por la especificad de su labor (por ejemplo, especialistas en comunicaciones que deben establecer una red privada virtual) participa en más de un proyecto en forma simultánea y, a la vez, soporta la red.

Como las tareas habituales sufren "presión operativa" es común que la atención de ellas desplace la participación en las tareas del proyecto. Esta situación se agrava si los incentivos (por ejemplo, premios anuales por desempeño) se fijan en el área original sin considerar la participación en el proyecto y/o si se percibe que la aplicación de tiempo al proyecto puede generar vacíos de atención en el área original, vacíos que provocan su realización por terceros y pueden complicar la reinserción del colaborador asignado al proyecto a su finalización.

La falta de participación efectiva en actividades sumamente relevantes, por ejemplo, las que corresponden a la definición misma de ciertas funcionalidades, puede provocar tanto rechazos en tiempo de implementación (con las consiguientes demoras y mayores costos por ajustes) como aceptación de funciones no optimizadas (con la consiguiente pérdida de valor).

Asimismo es común encontrar casos de asignación de tareas adicionales que quitan tiempo a las originalmente asignadas al proyecto, sin la complementaria reformulación del plan de trabajo.

En definitiva, se trata de cuestiones políticas vinculadas con el manejo del poder en la organización que trascienden los aspectos técnicos vinculados con la gestión del proyecto.

d) Modificaciones al alcance no consideradas como cambio

Todo cambio en el alcance del proyecto impacta en una redefinición del mismo, incluyendo el plan de trabajo, los plazos y los costos. Si los cambios no se consideran como tales, su gestión, incorporándolos al proyecto, provoca sobrecostos y sobreplazos totalmente injustificados y perjudiciales.

Sobre esto volveremos en el Punto 14.2.5.

e) Falta de habilidades

Este punto se refiere a la falta de habilidades para conducir grupos, realizar entrevistas e inducir actitudes positivas hacia el cambio por parte de los analistas asignados, aptitudes que no se compensan por el conocimiento técnico.

14.2.4 Ejecución del plan y control de avance

Mencionamos anteriormente que la descomposición de las tareas necesarias para la concreción del producto objeto del proyecto es, a juicio de los autores, la actividad principal para facilitar la posterior gestión de éste, ya que simplifica la gestión del proyecto al agregar transparencia y previsibilidad.

De esta forma cada persona sabe qué debe hacer y, en caso de tener inconvenientes en realizarlo, puede advertir en forma temprana tanto el problema como el impacto del problema al responsable del proyecto para que se realicen los ajustes que corresponda.

Si cada colaborador asume sus tareas, sabe qué pre requisitos deben ser cumplidos para comenzarlas, conoce el impacto que una demora en la concreción de sus entregables puede provocar en las tareas sucesivas, no tiene interferencias externas a su dedicación según el plan, tiene la posibilidad de alertar tempranamente al coordinador del proyecto sobre cualquier demora, quien dispone de los medios para realizar ajustes y el esquema de incentivos es adecuado, podemos decir que el proyecto tiene una alta probabilidad de cumplimiento con mínimos desvíos.

El registro de actividades, que debe alimentar el control de avance sobre el plan del proyecto, debe incluir información sobre el avance en plazo, alcance (entregables) y costo.

Mediante la comparación entre el plan del proyecto y el registro de actividades se pueden determinar las siguientes variaciones:

- Variación costos
- Variación plazo
- Variación alcance

La **Tabla 14.7** muestra diferentes análisis que pueden realizarse, manteniendo el alcance original, sobre variaciones en plazo y costo para diferentes situaciones de avance.

Tabla 14.7 | Análisis de variaciones (plazos y costos)

			Plan cumplido	Cumplido con exceso en costo	Cumplido con exceso en plazo	Cumplido con exeso en plazo y costo	En curso con exceso en pesos	En curso con exceso en plazo	En curso con exceso en plazo y costo	Cumplido, con ahorro en plazo y costo
Datos del plan del proyecto	Plazo estimado	días	10	10	10	10	10	10	10	10
	Costo presupuestado	pesos	100	100	100	100	100	100	100	100
	Entregables, definidos									
Datos del registro de actividades	Costo incurrido (tiempo aplicado, costos incurridos)	pesos	100	200	100	200	90	50	90	90
	Avance en entregables	porcentaje	100%	100%	100%	100%	50%	50%	50%	100%
	Avance en tiempo	días	10	10	20	20	5	7	7	8
Análisis de variaciones	Costo proyectado en base a avance entregables y costo incurrido	pesos	100	200	100	200	180	100	180	90
	Variación costo proyectado en porcentaje	porcentaje	0%	100%	0%	100%	80%	0%	80%	-10%
	Variación costo proyectado en pesos	pesos	-	100	-	100	80	-	80	(10)
	Plazo ajustado en base a avance entregables y avance en tiempo	días	10	10	20	20	10	14	14	8
	Variación plazo proyectado en porcentajes	porcentaje	0%	0%	100%	100%	0%	40%	40%	-20%
	Variación plazo proyectado en días	días	-	-	10	10	-	4	4	(2)

El análisis de variaciones nos permite determinar el presupuesto y el camino crítico ajustado y, trabajando con los tres ejes (plazo, costo y alcance), determinar las tareas necesarias para recuperar el plazo original (ajustando costo y alcance), mantener el alcance (ajustando costo y plazo), respetar el presupuesto (ajustando alcance y plazo), o una combinación de variaciones, según sea la criticidad de naturaleza presupuestaria, de alcance o de fecha de finalización.

14.2.5 Gestión de problemas y cambios

Durante el avance del proyecto es natural que surjan problemas y cambios. Vamos a conceptualizar ambos aspectos y luego realizaremos una breve introducción a su tratamiento.

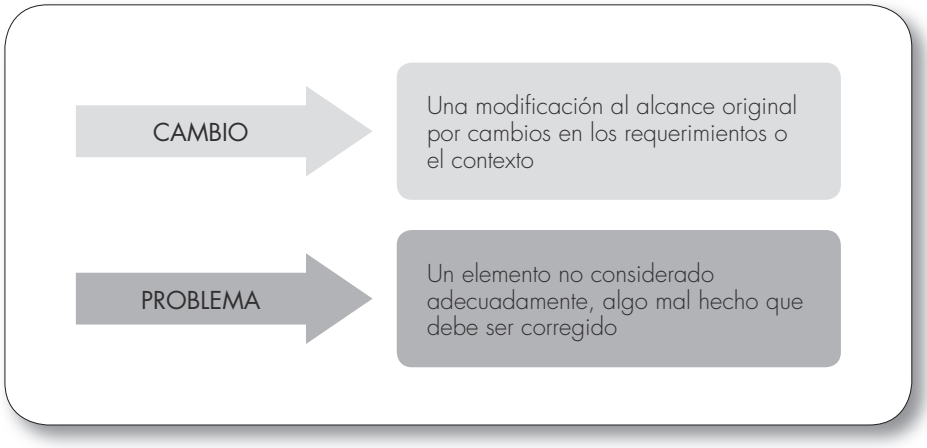


Figura 14.10
Problemas y cambios

En el caso de cambios, por definición éstos impactan en el alcance del proyecto, conllevando a una potencial modificación en las bases de su aprobación. Por lo tanto, los cambios requieren un análisis en los mismos estadios organizacionales que aprobaron el proyecto, para revalidar su vigencia y, luego de ello, el ajuste integral del plan al nuevo alcance.

La gestión de problemas debe intentar reencauzar las tareas al plan original. Cuando más temprana la detección, mayores serán las posibilidades de éxito, minimizándose así el impacto en el plazo, el costo y el alcance.

Típicamente ante problemas se cuenta con los siguientes recursos, en forma individual y/o combinada:

- *Ejecución de tareas adicionales:* es posible que se puedan definir tareas adicionales destinadas a resolver el problema. Estas tareas implican un mayor costo.
- *Refuerzo de dotaciones o contrataciones adicionales:* aplicar una mayor cantidad de recursos a las tareas que se encuentran en el camino crítico puede permitir el mantenimiento del plazo, con el mayor costo correspondiente.
- *Reducir alcances:* reducir alcances permite reasignar recursos para resolver el problema, en este caso es posible que se mantenga el costo y el plazo.

Una situación que el responsable del proyecto debe evitar es la inclusión de cambios sin advertirlos como tales, por lo que se espera cumplir un plan de imposible cumplimiento, por corresponder a otro alcance, con correlato en costo y plazo. En estos casos sobre un proyecto aprobado se intenta (consciente o inconscientemente) subsumir un proyecto no aprobado.

Por ejemplo, al avanzar en el proyecto y la desagregación de tareas es posible que se incluyan tareas y entregables que no corresponden al alcance originalmente ideado para el producto, o que, en el diseño en detalle, se agreguen funciones que, aunque útiles y cuya necesidad queda de manifiesto, realmente corresponden a otro proyecto. Esto puede ocurrir tanto por decisión de algún analista y del usuario final, como por presión de algún gerente que ve la posibilidad de obtener mayor valor del producto en desarrollo.

En estos casos las variaciones se consideraran como problemas y el cambio en el alcance quedará oculto tras ellos, sin la posibilidad de evitar los consiguientes sobrecostos o demoras o, incluso, incumplimiento del alcance inicial.

14.2.6 Estructura y proyectos

Encontramos diferentes enfoques para la gestión de proyectos, desde el armado de grupos con integrantes de diferentes sectores de la organización, con un "líder" o responsable de su coordinación, pasando por la constitución de "grupo de proyecto", hasta la implementación de una oficina centralizada para la gestión de múltiples proyectos.

Cada enfoque estructural tiende a diferentes efectos en la eficiencia y efectividad en el logro de los proyectos encarados. En tal sentido, y a manera de introducción, podemos mencionar:

- *Grupos de proyectos armados sobre una organización funcional:* pocas personas trabajan tiempo completo en el proyecto, generalmente del área de sistemas. El resto de los colaboradores sigue dependiendo de sus áreas originales y continúa realizando tareas en sus áreas originales.
- *Grupos de proyecto armados como una organización matricial:* los colaboradores, en general, mantienen la dependencia jerárquica directa de las áreas originales, pero se establece una dependencia matricial hacia el responsable del proyecto. Este esquema, en la medida en que se acompañe por un adecuado sistema de incentivos, da mayor autoridad al responsable del proyecto.
- *Grupos de proyecto independientes:* se arma un grupo en el que los colaboradores son asignados al proyecto, dejando de trabajar en sus área originales. Este esquema es el que más autoridad y disponibilidad de recursos da al responsable del proyecto. En su constitución, a los efectos de integrarlo con personal clave, resulta necesario brindar tranquilidad al personal afectado sobre su asignación luego de cumplido el objetivo del proyecto.

Para efectos de mejorar la gestión de proyectos, algunas organizaciones crean oficinas específicas para el control de proyectos.

> **Oficina de control de proyectos**
>
> Constructo organizacional creado como respuesta a la necesidad de mejorar la gestión de proyectos.
>
> Su objetivo es establecer efectivamente las prácticas y el comportamiento organizacional requerido para cumplir con los proyectos en tiempo, en presupuesto y en alcance.

La oficina de control de proyectos (usualmente conocida como PMO, por las siglas en inglés de *Project Management Office*) puede presentar distintas funciones, desde ocuparse solamente del control de avance y su información hasta la gestión integral de proyectos. En tal sentido podemos conceptualizar los siguientes tres alcances típicos:

- PMO como unidad de control:
  - Reporte de estado de proyectos
  - Supervisión y control de cumplimiento de proyectos
  - Gestión de archivos de documentación del proyecto
  - Revisión de avance y de implementación de proyectos
  - Revisión post-implementación de proyectos
- PMO como unidad de control y consulta. A las funciones anteriores se suman:
  - Desarrollo/implementación de una metodología estandard
  - Construir/proveer herramientas
  - Promover la utilización de herramientas de control de proyecto
  - Entrenamiento
  - Asesoramiento
  - Apoyo en la gestión de proyectos
- PMO como unidad de gestión. A las funciones anteriores se suman:
  - Coordinación entre proyectos
  - Priorización de proyectos
  - Alocación de recursos
  - Implementación de incentivos

En la práctica encontramos oficinas de control de proyecto de todos estos tipos, versiones intermedias y cruzadas (por ejemplo, para un proyecto determinado la PMO actúa como unidad ejecutora, para otro, como unidad de control).

Como antes mencionamos, en general, los problemas que generan los fracasos en los proyectos (mayor costo, mayor plazo, variación en el alcance) se originan en mayor medida en situaciones humanas que en deficiencias técnicas. Éste es también el origen de los mayores problemas que enfrentan las oficinas de control de proyectos que aún no han dado los frutos esperados.

En tal sentido no todas las experiencias de implementación de PMO han sido exitosas, a tal punto que muchas organizaciones que han implementado oficinas de control de proyectos las han cerrado, para retornar al esquema de gestión de proyectos sin oficina específica.

Un estudio realizado por Michael Stanleigh concluye que un 75% de las empresas consultadas cerraron sus PMO antes de tres años de su creación, debido a que no demostraron agregar valor a la gestión de proyectos[128].

Podemos decir que, independientemente de la estructura que se aplique, para lograr una exitosa gestión de proyectos se requiere:

- Aspectos políticos limitados a la fijación y modificación de prioridades.
- Proyectos alienados con los objetivos estratégicos (priorización explícita estable facilita soporte real de la dirección).
- Metodología de gestión conocida por todos.
- Asignaciones de tareas en forma explícita, acordada, transparente y estable.
- Respeto a los procesos establecidos.
- Roles y responsabilidades transparentes para todos los involucrados en los proyectos.

[128] Michael Stanleigh, "From crisis to control: New standards for project management", *Ivey Business Journal*, 2006.

- Modificación explícita de planes ante cambios.
- Esquema de reportes explícito que transparente desvíos con sus motivos, indicando:
  - Calidad en el proceso de gestión
  - Aplicación de recursos, real y planeada
- Análisis crítico de desvíos, retroalimentación para aprendizaje.

14.2.7 Sistemas de aplicación para la gestión de proyectos

Los sistemas de aplicación para la gestión de proyectos ofrecen diferentes alcances, si bien básicamente podemos mencionar:

a) En la planificación del proyecto

- Identificación de tareas, con sus entregables.
- Identificación de colaboradores, con su disponibilidad horaria.
- Asignación de colaboradores a tareas.
- Asignación de costos a tareas.
- Identificación de precedencias.
- Elaboración del EDT.
- Elaboración del diagrama de barras, considerando tanto precedencias como asignación de colaboradores según disponibilidad horaria.
- Elaboración del diagrama de red.
- Determinación del camino crítico.

b) En el avance del proyecto

- Ingreso de avance en actividades y costos
- Generación de información sobre avance
- Posibilidad de replanificación

Adicionalmente, algunos de los paquetes disponibles ofrecen generación automática de alarmas, envío de mails, posibilidad de utilización colaborativa, análisis de variaciones, etcétera.

Entre los sistemas más difundidos, algunos de ellos para instalar en equipos propios, otros en modalidad de utilización por internet, podemos mencionar:

- MS Project
- Clarizen
- @task
- Tenrox
- Daptiv PPM
- EasyProjects.net
- Basecamp
- activeCollab

Id	Nombre de tarea	Trabajo	Duración	Comienzo	Fin	Predec
1	**Construcción Sistema Aplicativo**	**960 horas**	**120 días**	**vie 20/04/07**	**jue 04/10/07**	
2	Relevamiento	40 horas	5 días	vie 20/04/07	jue 26/04/07	
3	Análisis	120 horas	15 días	vie 27/04/07	jue 17/05/07	2
4	Diseño	120 horas	15 días	vie 18/05/07	jue 07/06/07	3
5	Programación	400 horas	50 días	vie 08/06/07	jue 16/08/07	4
6	Documentación	40 horas	5 días	vie 17/08/07	jue 23/08/07	5
7	Pruebas	80 horas	10 días	vie 24/08/07	jue 06/09/07	6
8	Instalación	160 horas	20 días	vie 07/09/07	jue 04/10/07	7
9	**Implementación Plataforma Informática**	**456 horas**	**75 días**	**vie 20/04/07**	**jue 02/08/07**	
10	Especificación	120 horas	15 días	vie 20/04/07	jue 10/05/07	
11	Solicitar Ofertas	16 horas	2 días	vie 11/05/07	lun 14/05/07	10
12	Evaluación	40 horas	5 días	vie 08/06/07	jue 14/06/07	11
13	Adjudicación	40 horas	5 días	vie 15/06/07	jue 21/06/07	12
14	Recepción	160 horas	20 días	vie 22/06/07	jue 19/07/07	13
15	Instalación	80 horas	10 días	vie 20/07/07	jue 02/08/07	14
16	**Aceptación de la Solución**	120 horas	15 días	vie 05/10/07	jue 25/10/07	8;15
17	**Pago al Proveedor**	40 horas	5 días	vie 26/10/07	jue 01/11/07	16

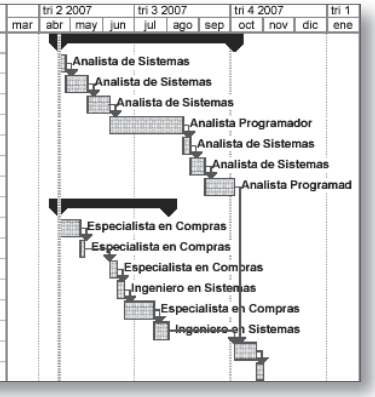
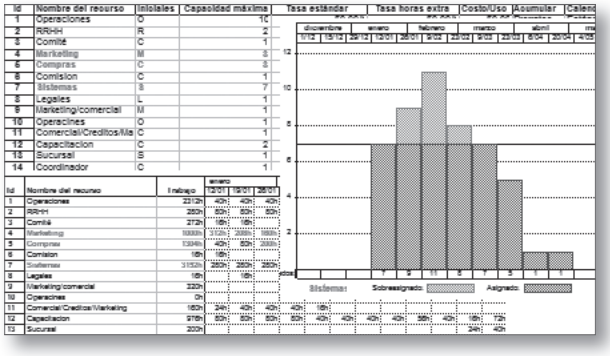


Figura 14.11
Vistas de MS Project



CAPÍTULO 15

DECISIONES DE INVERSIÓN EN TICs: IMPACTO ECONÓMICO Y DE NEGOCIOS

15.1 CONSIDERACIONES SOBRE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN

Previo a referirnos a los proyectos de SI y TICs, necesitamos hacer un conjunto de consideraciones sobre los proyectos de inversión en general. La organización que decide sus inversiones en TICs lo hace en este nuevo contexto económico, donde los jugadores de la industria influyen cada vez más para ampliar y mejorar sus negocios y rentabilidades. Deben evaluarse adecuadamente las inversiones de forma tal, de obtener mejoras en sus cuadros de resultados futuros que superen sus inversiones iniciales. La inversión en SI debe ser realizada en el contexto de proyectos de inversión.

15.1.1 Introducción: aspectos económicos

Las decisiones de inversión en las firmas deben responder a un proceso racional y definido que permita crear opciones elegibles entre las alternativas más redituables y que mejor cumplan con los objetivos de las firmas. En este punto nos focalizaremos en la forma en que se evalúa la importancia y rentabilidad para el negocio en términos económicos[129]. Las organizaciones persiguen objetivos y los proyectos tienen como beneficio cumplir o ayudar a cumplir esos objetivos. En términos económicos y de negocios, lo relevante es su aporte de valor y la producción de futuros retornos económicos superiores a los montos invertidos (toda vez que los mismos puedan ser cuantificados razonablemente).

El concepto de inversión en un aspecto amplio implica la colocación de un monto de dinero con el fin de obtener en el futuro una cantidad mayor. El inversor tiene una expectativa. Espera que cumplido el plazo de su inversión la cantidad de dinero que reembolsará será mayor a la que tenía inicialmente. El decisor realiza un cambio de la certeza inicial por un conjunto de expectativas de beneficio futuro. Esas expectativas

[129] Existen otras formas de evaluar proyectos complementarias a las referidas a la evaluación económica.

están relacionadas con incertidumbre (riesgo) que estima que serán compensados con creces con el cumplimiento del proyecto. Cuando nos referimos a que espera una cantidad mayor, se tiene en cuenta el valor del tiempo. Esto implica que $100 en el momento 1 no es igual a $100 en el momento 7. El tiempo tiene valor y el mismo se expresa en una tasa de descuento.

Los efectos de las decisiones de inversión (ex-ante) se verán reflejados en los resultados futuros (en términos contables, en los cuadros de resultados de los períodos siguientes). Luego de transcurrido el tiempo (análisis ex-post) se podrá saber si la decisión dio resultados iguales, mejores o peores a los esperados.

15.1.2 Diferencias entre necesidades o problemas a resolver, y medios para satisfacer los mismos

Pretendemos, en este punto, distinguir entre necesidades o problemas a resolver y los medios para su cumplimiento. La claridad de conceptos en estos aspectos es de especial importancia para la adecuada formulación y evaluación del proyecto. No debemos "encandilarnos" por los medios, debemos aportar las mejores soluciones económicamente rentables que cumplan con los objetivos buscados. Veamos algunos ejemplos de diferencias entre necesidades y medios. Muchas veces encontramos proyectos de inversión que tienen objetivos como los siguientes:

1. Ampliación de la planta actual de producción de termo-tanques.
2. Incremento de la producción de termo-tanques.
3. Construcción de una nueva planta de producción de cajas de velocidad
4. Implementación de un nuevo paquete de software de CRM (*Customer Relationship Management*).
5. Satisfacer los reclamos de los clientes en el lapso de 48 horas.

Los objetivos de los proyectos 1, 3 y 4 son claramente medios que pueden satisfacer necesidades o solucionar problemas, pero en este caso no sabemos cuáles son. Los proyectos 2 y 5 son necesidades a satisfacer. Éstas pueden requerir un conjunto de medios o acciones. Para cumplimentar el objetivo 5 seguramente se requerirá el punto 4, pero seguramente también otras acciones como implementación de estrategias de CRM, mejoras en los sistemas de producción y distribución, capacitación, etcétera.

Se debe poner el foco en la identificación de las necesidades o problemas a resolver y no confundirlos con los medios o acciones que serán los vehículos de solución. En la **Tabla 15.1** mostramos ejemplos de necesidades y medios.

Tabla 15.1 | Ejemplos de necesidades y medios

Necesidades o problemas a solucionar	Medios o acciones
Transportar personas	- Barcos - Avión - Rutas
Aumentar la producción en un X %	- Ampliar la planta - Construir una nueva planta - Importar mercadería terminada
Mejorar la comunicación	- Contratar banda ancha fija y móvil - Comprar notebook - Construir portales de información de productos

15.1.3 Etapas mínimas de los proyectos

Siguiendo a Ginestar[130] podemos definir un proyecto como:

> "un emprendimiento productivo-financiero concebido como una unidad de administración, con orientación comercial o social, que puede ser privado o estatal, cuyo objetivo es proveer bienes para satisfacer necesidades de ciertas personas focalizadas en un contexto determinado, dando un espacio y un tiempo, en condiciones de escasez."

El proceso o emprendimiento productivo financiero es la fuente de costos y de beneficios. Los costos estarán referidos a los necesarios para la producción de bienes y servicios, objeto del emprendimiento, durante todo el horizonte temporal del proyecto. Los beneficios surgen de la valoración de las personas a las cuales van dirigidos los bienes y servicios a generar. Estos "clientes" potenciales tendrán una "utilidad" por la que estarán dispuestos a pagar un precio.

El proyecto tiene una duración en el tiempo. Cuando ese tiempo se cumple los "factores de producción" pueden tener un valor residual o no. Generalmente, las organizaciones que formalizan proyectos determinan un ciclo de proyectos o, en el mejor de los casos, una metodología de ciclo de vida de los proyectos. Existen por lo menos tres etapas:

- Formulación
- Evaluación
- Ejecución

Las etapas de formulación y evaluación forman parte de procesos decisorios complejos, en los cuales pueden intervenir múltiples especialidades. En esta obra nos focalizaremos en la evaluación y, dentro de ella, en la evaluación económica de proyectos.

15.1.4 Evaluación de proyectos de inversión

La evaluación se realiza con posterioridad a que el proyecto ha sido formulado. Si bien existe cierta secuencia, esto no implica que pueda haber iteración entre ambas etapas. La evaluación es el proceso mediante el cual el evaluador emite una opinión sobre la conveniencia o no de una propuesta. La evaluación económica de proyectos consiste en la medición y comparación de los costos y beneficios de proyectos con el fin de determinar la pertinencia de su ejecución respecto de los objetivos planteados y respecto de otros proyectos (Fontaine, 1993). La identificación, medición y evaluación de los costos y beneficios atribuibles al proyecto se realiza para determinar la rentabilidad esperada del mismo. El concepto de atribuibilidad se refiere a que sólo participan los costos incrementales y los beneficios adicionales que se obtienen del proyecto. La respuesta a la pregunta si este costo o beneficio es atribuible al proyecto no es un problema matemático o contable, es un problema conceptual. La rentabilidad es la esperada porque estamos hablando hacia el futuro y, por lo tanto, es un evaluación ex-ante[131]. Ello implica que se deben incluir en la misma, los riesgos del proyecto y la probabilidad de ocurrencia de los resultados esperados. La evaluación de proyectos proporciona herramientas para que las decisiones de inversión sean lo más racionales posibles.

[130] Alberto Ginestar, *Pautas para identificar formular y evaluar proyectos*, Asociación Argentina de Evaluación, agosto 2001.

[131] Existe también la evaluación ex-post que se realiza luego de haberse cumplido con alguna etapa o el fin del proyecto.

a) ¿Cualquier proyecto puede ser evaluado económicamente?

El proceso de evaluación requiere de costos para su realización, pero además de disponibilidad de datos para poder realizarlo, que en muchos casos son inexistentes o de difícil acceso. Esto lleva a la formulación de supuestos que en caso de falta de datos hacen que la evaluación sea más débil y difícil de sostener.

b) ¿Por qué se deben evaluar económicamente los proyectos?

La evaluación ex-ante nos permite disminuir incertidumbre sobre la inversión a realizar y verificar que los beneficios netos futuros serán mayores (en términos de pronósticos) que la inversión inicial y que su retorno (rédito) será mayor que otro proyecto alternativo. Permite obtener un mejor pronóstico sobre el mantenimiento o posible aumento de la rentabilidad promedio del capital propio de la firma que llevará adelante el proyecto.

c) ¿Es lo mismo la rentabilidad del negocio y del inversionista? (Chain y Chain, 2000)

En el caso de la rentabilidad del negocio se evalúa ésta independientemente de quien lo haga. En el caso del inversionista se mide la rentabilidad de recursos propios. Esto nos permite ver con claridad que un proyecto puede ser rentable o no en función de la tasa de descuento (costo de oportunidad de la inversión alternativa) que se aplique sobre el mismo.

Los tipos de decisión que mayoritariamente podemos evaluar pueden agruparse de la siguiente manera:

- Decisiones de nuevos negocios
- Ampliación de los negocios existentes
- Actualización de los negocios existentes

En el caso de los nuevos negocios se considerarán como incrementales la totalidad de costos y beneficios, ya que no existe una situación anterior.

En el caso de ampliación de un negocio o actualización de los existentes deberán considerarse las inversiones adicionales que se deben realizar, los costos y beneficios incrementales.

15.1.5 El retorno sobre la inversión (ROI) y la creación de valor

Planteada una alternativa de inversión ¿cómo decidimos si la misma es conveniente? Veamos estos dos ejemplos que tienen como objetivo el mejoramiento de la atención de los clientes.

- Proyecto 1
  - Inversión inicial del proyecto: US$240.000

Consiste en un conjunto de acciones de diseño de nuevas políticas y procesos, desarrollo de sistemas, capacitación, etcétera. El componente de software será soportado con una aplicación comprada de razonable uso en el mercado.

- Proyecto 2
  - Inversión inicial del proyecto: US$300.000

Consiste en un conjunto de acciones de diseño de nuevas políticas y procesos de desarrollo de sistemas, capacitación, etcétera. El componente de software combina la compra de una aplicación de software existente en el mercado, más el desarrollo de mejoras y adicionales.

Si nuestro criterio de decisión fue el nivel de la inversión inicial, optaríamos por el proyecto 1.

- ¿El proyecto 1 es el mejor?
- ¿Conocemos todos los costos y beneficios atribuibles a cada proyecto?
- ¿La información es insuficiente?

Si bien en los siguientes puntos veremos en detalle la evaluación económica de proyectos de inversión y los referidos a TICs en particular, anticiparemos algunos aspectos relevantes en este punto.

Cada proyecto debería llegar a un flujo de fondos que incluya la totalidad de sus costos y beneficios.

Agregamos estos datos referidos al ejemplo planteado.

- Proyecto 1 (Ver **Tabla 15.2**)
  - Inversión inicial del proyecto US$240.000

Tabla 15.2 | Flujo Proyecto 1

Flujo de fondos (en miles de dólares)	Períodos						
	1	2	3	4	5	6	7
Total de ingresos	0	81,25	162,5	225	225	100	62,5
Total de egresos	-240	-90	-20	-40	-40	-60	-30
Saldo	-240	-8,75	142,5	185	185	40	32,5

- Proyecto 2 (Ver **Tabla 15.3**)
  - Inversión inicial del proyecto US$300.000

Tabla 15.3 | Flujo Proyecto 2

Flujo de fondos (en miles de dólares)	Períodos						
	1	2	3	4	5	6	7
Total de ingresos	0	140	250	250	200	200	125
Total de egresos	-300	-120	-20	-70	-100	-100	-30
Saldo	-300	20	230	180	100	100	95

Ambos flujos de fondos incluyen la totalidad de costos y beneficios atribuibles al proyecto y es la mejor información disponible sobre el futuro. Existen varios métodos financieros para evaluar proyectos. Uno de ellos es el valor actual neto. El mismo consiste, brevemente, en descontar el flujo futuro de fondos a un tasa de corte (costo de capital de la firma; en el caso del ejemplo se tomó el 18%) y compararlo con la inversión inicial. ¿Cuál es el significado económico del VAN? Es el monto de dinero resultante de restar a los beneficios del proyecto la totalidad de costos y de la inversión inicial, todo ello a valores comparables. Todos los valores han sido descontados a una tasa similar y puestos en el mismo momento, en el momento inicial. Eso hace que los mismos sean comparables (Tricoci, 2008).

Calculado el VAN para el proyecto 1 se tiene como resultado US$78.300 y el proyecto 2, US$103.800. El criterio de decisión sería (sin restricciones de inversión inicial) invertir en el que tiene el mayor VAN. En este contexto se elegiría el proyecto 2 sobre el 1 dado que el VAN más alto me permite tener un mejor retorno sobre el capital invertido. Puede verse que el criterio es el opuesto al de considerar solamente el monto de la inversión inicial[132]. Lo más barato no es necesariamente lo más redituable para las firmas. El valor de la firma mejora cuando elige proyectos que mejoren la tasa de rentabilidad de la firma (Ver Capítulo 2, **Figura 2.8**).

15.2 PROYECTOS DE INVERSIÓN DE SI CON TICs

15.2.1 Introducción

Supongamos que se decide la incorporación de un nuevo software para solucionar supuestos problemas de devoluciones de clientes, por lo cual se comienza con el análisis de distintos sistemas de los conocidos en el mercado como CRM. Con un planteo de estas características se puede anticipar serios problemas o incluso el fracaso del proyecto. Se está planteando como solución de un problema la compra de software, dejando de lado los aspectos de organización y/o estratégico que no están siendo considerados, todo se resume a la compra/adecuación de un software. Muchos de los fracasos de los proyectos de sistemas tienen su origen en la etapa de formulación. Recordamos lo expresado en el Punto 15.1.2, donde se plantea la distinción entre las necesidades y problemas a solucionar y los medios para encontrar las soluciones. Debemos tomar los temas de TICs dentro del concepto de SI, donde la tecnología es un componente relevante, pero no es el único. Cuando nos referimos a CRM[133], el mismo no es en principio un concepto tecnológico sino una estrategia de relacionamiento con los clientes, que debe necesariamente estar soportada por tecnología.[134]

En términos de formulación económica de un proyecto, con el planteo inicial podríamos adelantar que nos encontraremos con problemas como los siguientes:

- Seguramente se incluirían beneficios en el proyecto que no surgen de acciones tecnológicas, sino que requieren de otras acciones y áreas involucradas que seguramente requerirán de recursos (costos) para realizar dichas acciones, las cuales no están incluidas.
- Al no realizarse las acciones anteriores no se podrían conseguir los objetivos planteados. La minimización u omisión de acciones impediría conseguir los beneficios definidos.
- Los plazos previstos de implementación serían menores a los reales y los momentos de obtención de beneficios estarán, seguramente, adelantados en el tiempo, ya que se requieren de acciones que se omiten.

En términos de un adecuada evaluación económica deben estar identificados la totalidad de costos y beneficios atribuibles al proyecto (recodemos que deben ser costos y beneficios incrementales).

[132] Incluso si hubiéramos usado el concepto de CTP, que veremos más adelante, la sumatoria de los costos más la inversión inicial sigue favoreciendo al proyecto 1 por sobre el 2. Nuevamente estaríamos tomando una decisión errónea.

[133] En el marketing relacional hay por lo menos ideas y conceptos estratégicos, acciones y áreas intervinientes que deben resolverse con un conjunto de procesos, información y tecnología asociada.

[134] En el mercado de software muchos productos se presentan con estas facilidades, incluyendo en ellas conceptos muy variados.

Existe bastante discusión sobre si la tecnología de la información ha producido mejoras cuantificables en los negocios. Autores como Erick Brynjoltsson y Lorin Hitt (1996 y 1998), investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts, realizaron estudios sobre el impacto de la inversión en TICs sobre la productividad y concluyeron que con el correr del tiempo podría producir un aumento de la producción. Luego de varios años analizaron 350 corporaciones en Estados Unidos para corroborar sus conclusiones y descubrieron que los mayores beneficios se los llevaron los consumidores. En términos microeconómicos, lo que comenzó con una mejora del excedente del productor, con el tiempo y por igualación de los competidores pasó a ser una mejora del excedente del consumidor. En algunos casos la rentabilidad empresaria tendió a empeorar por la inversión en TICs. Se basaron en resultados promedio y fue una señal respecto de incidencia de TICs innovadora.

Si pensamos entonces en que las inversiones en tecnología deben ser administradas adecuadamente, se manifiesta como más relevante realizar adecuadas evaluaciones de costo-beneficio. Generalmente, es más sencillo evaluar proyectos que pretenden mejorar la productividad en sectores de la organización, que aquellos que pretenden ser diferenciadores respecto de la competencia. En este último aspecto es importante mencionar que los aportes de los proyectos basados fuertemente en TICs pueden ayudar al desarrollo del capital intelectual de la organización. Las TICs son herramientas sumamente necesarias para el trabajo con innovación y para la difusión y circulación de información y conocimiento. El desarrollo del capital intelectual de las organizaciones es la base para el desarrollo de competencia endógena que permite desarrollar actividades de innovación, por la generación de nuevo conocimiento, que es uno de los aspectos de diferenciación de las organizaciones, para desarrollar actividades de diferenciación.

Una evaluación de costo-beneficio pretende comparar dos situaciones:

- La situación sin proyecto con sus costos y beneficios asociados.
- La situación con proyecto con sus costos y beneficios asociados.

De la diferencia entre la cuantificación de ambas situaciones surge el resultado del proyecto.

15.2.2 Naturalezas de costos y beneficios de un proyecto puro de TICs. Nueva infraestructura de equipamiento y comunicaciones

Las naturalezas de costos y beneficios más frecuentes a considerar en un cambio de infraestructura de TICs son, entre otras:

- Inversión inicial sobre la arquitectura de tecnología de la información (hard, soft, comunicaciones, etcétera). Incluye todas las erogaciones que correspondan al nuevo desarrollo y las interfaces con los sistemas existentes.
- Inversión en mobiliario adicional y obras edilicias, tendido de nuevas redes adicionales, etcétera.
- Otros gastos de instalación.
- Capacitación incremental de los operadores, programadores de sistemas, usuarios y todos los roles en los que impacta el proyecto.
- Creación o actualización de mesas de ayuda y de soporte.
- Gastos de operación de la nueva infraestructura, durante todo el período de vida útil.
- Gastos de mantenimiento y reparación preventivos.

Como naturalezas de beneficios tenemos, entre otras:

- Mayor valor por nuevos productos o servicios atribuibles al proyecto.
- Valor residual de los equipos anteriores que puedan comercializarse.
- Ahorros de gastos de operación de la infraestructura actual. Este ítem de beneficios se denomina costos evitados. Dejo de pagar estos gastos y comienzo a pagar los gastos correspondientes a la nueva infraestructura. Debe incluir los ahorros de electricidad, horas hombre, entre otros, que me produce la mejora tecnológica que motiva el cambio.
- Ahorros de gastos de mantenimientos, reparaciones e infraestructura actual. Aplica lo explicado en el punto anterior.
- Ahorros que se produzcan por el uso de la nueva infraestructura, no incluidos en los anteriores.
- Valor esperado de las pérdidas evitadas por los problemas de funcionamiento de la infraestructura anterior que tenía un nivel de calidad de servicio menor a la nueva[135] o por mejoras en la calidad del servicio a brindar.

15.3 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS COSTOS Y BENEFICIOS

15.3.1 Consideraciones sobre la determinación de costos

La determinación de costos en un proyecto de SI forma parte de los aspectos más controlables por la organización. Decimos que son controlables porque surgen de la valorización de las acciones del proyecto respectivo. En este contexto podemos decir que la valorización de las actividades necesarias para desarrollar el proyecto es una parte importante, pero sólo se refieren a la etapa del desarrollo. Pueden presentarse dificultades en otras etapas del ciclo de vida del proyecto de inversión que requieren que se analicen adecuadamente. El costo de poseer activos de TICs incluye una gran cantidad de costos directos e indirectos correspondientes a todo el ciclo de vida del activo que estamos evaluando (desde su incorporación hasta su salida del patrimonio de la firma).

Los costos de mantenimiento y soporte son, en muchos casos, de dificultosa predicción al tratarse de una nueva tecnología. Generalmente, suele recurrirse a la historia, se buscan casos anteriores y se actualizan valores y condiciones, a fin de generar el nuevo presupuesto. Las técnicas de previsión consideran que el futuro será una consecuencia del pasado, pero este esquema puede ser distinto en el caso de la aparición de nuevas tecnologías. Cuando no existe historia o es de difícil asimilación a alguna existente, ¿cuál es la base para realizar el presupuesto? Puede apelarse al uso de datos de la industria. Generalmente, estos datos provienen de los proveedores y usualmente están "sesgados" por las políticas comerciales de los proveedores. Otra alternativa es el análisis de situaciones similares en otras firmas que sirven de punto de referencia. Otro esquema más prospectivo es el análisis de escenarios.

Existen potenciales conflictos en lo referido a los costos ocultos sobre la inversión inicial. Encontramos casos referidos a los costos de reentrenamiento del personal, los mayores costos de mantener tecnologías alternativas y los costos de capacitación atribuibles al nuevo proyecto.

Los costos de implementación, también conocidos como de transición, tienden a estar subvaluados o minimizados en términos de los procesos de negocios. En general, se tiende a subestimar los costos de mantener el servicio en forma adecuada. Debe ponerse especial atención en determinar el presupuesto requerido para el nivel de entrenamiento

[135] Se puede asumir que el valor esperado de las perdidas por mal funcionamiento de la infraestructura tecnológica surge del análisis estadístico de caídas de servicio históricas.

del personal involucrado, contar con adecuados planes de contingencia a los efectos de minimizar los impactos en la operación, entre otros temas. Para las distintas estrategias de implementación deben analizarse cuidadosamente las relaciones de intercambio (*trade off*) entre costos y riesgos. Las estrategias de conversión tienen distintas relaciones de cambio entre costos y riesgos asociados. A modo de ejemplo y en términos generales, la conversión de cambio directo puro (*big bang*) es la que cuenta con costos de operación o administrativos más bajos, pero es la de mayor riesgo (al no existir un sistema anterior al cual se pueda volver si se produce un caos). En la estrategia de conversión en paralelo, los costos de operación o administrativos son muy altos, pero el riesgo es dado por la convivencia del sistema viejo y el nuevo. Entre ambas estrategias existen otras más graduales como la implementación por partes o la definición de experiencias piloto. Las estrategias más graduales tienen impactos en los tiempos del desarrollo y, por lo tanto, en la puesta en marcha del nuevo desarrollo, pudiendo influir en demoras en la obtención de los beneficios previstos.

Los temas relacionados con las complejidades de nuevos proyectos con nuevas tecnologías requiere de la consideración de los planes de reentrenamiento del personal involucrado, la evaluación de los costos de mantenimiento de la convivencia de más de una tecnología, los impactos en el personal de soporte, etcétera. En este caso es muy importante realizar comparaciones con tecnologías alternativas a fin de conocer diferenciales de costos y prestaciones. Una buena alternativa de comparación es requerir presupuesto de largo plazo a terceros (simular el *outsourcing* de la operación y mantenimiento), como una manera de externalizar costos y comparar ítems incluidos y valores asociados.

La complejidad de las TICs en nuestros días hace que sea difícil "acertar" con las decisiones que tienen impacto en el largo plazo. La importancia que tiene en la mejoras de la competitividad, requiere altos grados de integración y complejidad. Por ello los cambios o nuevos sistemas tienen repercusión en casi todos los rincones de la organización.

La incorporación de nueva tecnología afecta el mediano plazo por la prospectiva de la evolución de la tecnología. Es relevante determinar, de la forma más precisa posible, cómo las decisiones de hoy comprometen el futuro. Es necesario el conocimiento de las tendencias de mercado y los estadios de *R&D* de la oferta del sector a fin de incluirlos en los escenarios de decisión. En términos generales, las tecnologías innovadoras tienen precios más altos y plantean escasez de mano de obra especializada para el desarrollo, la operación y mantenimiento. Por lo tanto, podrían requerir un nivel más alto de beneficios para ser repagadas. Por otro lado, también implica mayores riesgos, por ser una tecnología menos probada y con menores referencias de usuarios a quien consultar por su nivel de satisfacción. Otro aspecto de las nuevas tecnologías, en la actualidad, es el claro acortamiento de los ciclos de vida de los productos y el corto tiempo que pasa entre su lanzamiento y su etapa de caída de precio, a los efectos de permitir la rápida accesibilidad a nuevos jugadores. La industria de las TICs en muchos de sus segmentos pretende una rápida masificación de los nuevos productos. Esta situación debemos tenerla muy presente y evaluarla adecuadamente como consumidores de esa industria. Esta estrategia permite inferir una caída de precios, de forma tal de permitir la masificación. Por ello, los primeros que entran pagan valores más altos, tienen mayores riesgos porque la tecnología es nueva y desconocida. Hay menos personal capacitado, menos alternativas de servicios externos para ser contratados y disponibles. Generalmente, por un tema de oferta, se requieren valores horarios más elevados: estos elementos hacen que los plazos de recupero de la inversión sean generalmente más prolongados. En la medida que existan políticas comerciales de masificación de la tecnología, con caída de precios, los competidores pueden incorporar dicha tecnología más tarde que los innovadores, con menores inversiones, compitiendo con las rentas adicionales que estos presupuestaron en sus proyectos.

El riesgo tecnológico es otro aspecto que se debe considerar adecuadamente. El mismo tiene impactos desde el punto de vista de diferenciales de costos, pero también

de diferenciales de beneficios. Los atrasos en la puesta en marcha pueden tener impacto en las dos partes de la ecuación, tanto del lado de los costos, que se estimaron menores a los reales, como de los ingresos, al provocar que los atrasos en la disponibilidad del proyecto demoren los beneficios que fueron estimados.

La evaluación de los proveedores (conocimiento del mercado donde tengo las fuentes de abastecimiento) y los aspectos comerciales deben ser evaluados y mensurados adecuadamente. Algunas preguntas para responder serían:

- ¿Cómo visualizo la continuidad de estos proveedores en los próximos años (o durante toda la vida útil del proyecto)?
- ¿Desarrollan acciones para mantener actualizados los servicios que estoy contratando en forma acorde al estado del arte del tema?
- ¿Tienen implementados métodos y prácticas adecuadas para desarrollar sus actividades?

15.3.2 Consideraciones sobre la determinación de beneficios

La determinación ex-ante de los beneficios (ingresos del proyecto) de un proyecto de inversión constituyen los aspectos menos controlables y en muchos casos, luego de su clara identificación, pueden aparecer dificultades para su adecuada cuantificación. Generalmente, están influidos por las funciones de reacción de otros actores, fundamentalmente de la competencia. Podemos hacer una clasificación en función de las variables que controla la organización y el grado de dificultad en su cuantificación. Encontramos por lo menos tres tipos de beneficios:

- Beneficios cuantificables controlables
- Beneficios cuantificables no controlables totalmente
- Beneficios de difícil cuantificación

Los beneficios cuantificables controlables, en general, se relacionan con beneficios que se producen por acciones que puede tomar la organización y que tienen un buen grado de certeza sobre el *quantum* involucrado. Son controlables porque las decisiones se toman "dentro" de las firmas. Estos beneficios podemos asociarlos a los costos evitados. Son costos que la empresa afronta en la situación sin proyecto y que luego de la puesta en marcha del mismo disminuirán o desaparecerán. Algunos ejemplos de esta categoría son:

- Cantidad de personal que se eliminará por la implementación del proyecto. En la situación sin proyecto esa cantidad de personal forma parte de los costos de la organización. En la situación con proyecto ese personal no será necesario y, por lo tanto, esos montos son beneficios del nuevo proyecto.
- La disminución de los costos de mantenimiento por el cambio de equipamiento (por razones tecnológicas) entre la situación actual y la situación con proyecto. La diferencia de costos de mantenimiento es un beneficio del nuevo proyecto, porque, sin él, esos ahorros de costos no existirían.

En ambos casos, las decisiones de llevar adelante el proyecto y apropiarse de beneficios dependen únicamente de decisiones internas de la organización y no implican reacciones de terceros, por lo menos en el corto y mediano plazo.

La segunda categoría son los beneficios cuantificables no controlables totalmente. La denominación de no controlables totalmente responde a que son variables, pues en gran parte dependen de situaciones de contexto, como, por ejemplo, la competencia, el sector gobierno, los clientes, etcétera. En algunos casos la organización puede influir, pero en forma débil. En la situación con proyecto puede incluir beneficios producto de

un aumento de la participación en el mercado. Estos valores pueden ser estimados con un cierto grado de precisión, pero esa estimación debe tener en cuenta una función de reacción de la competencia que está fuera del control de la organización. La forma de plantear estos beneficios es a partir de distintos escenarios asociados a probabilidades de ocurrencia. En casos puede haber errores de apreciación. Se plantean beneficios de este tipo cuando en realidad son de la primera categoría. Por ejemplo, supongamos que tenemos una gran cantidad de devoluciones de productos por parte de los clientes. Por lo tanto, estimamos los beneficios en los términos de este segundo tipo. Si la firma contara con un sistema de registros de los tipos de devoluciones, permitiría determinar que gran parte de los costos de las mismas pueden ser cuantificables y controlables. Seguramente este monitoreo nos demostraría que la misma firma provoca las causas de las devoluciones, al entregar fuera de los términos pactados o por entregas de productos no requeridos por los clientes. La puesta en marcha, la existencia previa de un simple sistema de administración de reclamos de clientes o un trabajo ad hoc previo de análisis de las devoluciones de un período anterior, con la codificación de las causas de las devoluciones, permitiría a la firma la cuantificación de las pérdidas por cada motivo y determinar las causas de las mismas, encarando las medidas correctivas. Planteamos así que una situación que puede calificarse como de segundo tipo es según la existencia o no de adecuados sistemas de registro y gestión de la propia organización.

La última categoría, beneficios de difícil cuantificación, es una categoría más crítica que la anterior y que puede tener algunas zonas de solapamiento. La dificultad de cuantificación puede ser provocada por la ausencia de fuentes de datos o aún existiendo las mismas que no sean confiables. Puede plantearse situaciones en las cuales es imposible estructurar la cuantificación por ausencia de datos confiables o los costos de obtención de los mismos. Son de este tipo los casos del mejoramiento de la posición competitiva o de la satisfacción de los clientes. En ambos casos estas variable pueden ser medidas, explicitadas y asumidas por la organización con parámetros de seguimiento. Las costos asociados a sus etapas de definición, medición y monitoreo son adicionales y se basan en la idea de "comprar" certidumbre en las decisiones de inversión para mejorar esos indicadores.

15.3.3 Aspectos adicionales de la evaluación costos/beneficios. Los riesgos

Algunas de las críticas que reciben los métodos financieros es que requieren de una adecuada estimación de costos y beneficios, y en muchos casos esto es bastante difícil de cuantificar.

Como hemos mencionado anteriormente, las firmas están más preparadas para estimar costos que beneficios. La estimación de los beneficios puede ser más complicada, puesto que existen variables que no son controlables por la organización (cambios en la demanda, reacciones de los competidores, cambios de reglas gubernamentales, etcétera). Aparecen elementos de mayor intangibilidad o de mayor dificultad para asignarle una disposición a pagar que pueda ser un indicativo del precio. Cuando estamos viendo proyectos donde los beneficios son mejoras de costos, el tema parece estar más acotado. Sin embargo, cuando queremos estimar las mejoras que se producen en un proceso, en general, los sistemas contables no muestran los costos, de los procesos de una manera adecuada para ser tomado directamente. Generalmente, se requiere realizar trabajos ad hoc para estimar cuánto cuesta un proceso en las condiciones sin proyecto y cuánto costará con proyecto. Cuando nos referimos a mejoras de los negocios como, por ejemplo, el proyecto permitirá una disminución de los días de cobranza, la estimación de la magnitud de la baja de inversión en créditos por ventas puede ser complicada. En el mismo caso que los costos nos podemos enfrentar a escenarios de ingresos futuros que tendrán probabilidades asignadas.

Respecto de los costos, los mismos deberían surgir de la valorización de las acciones del plan de proyecto, el programa de inversiones y las estimaciones de los gastos de operación y mantenimiento. Deben ser consideradas todas las erogaciones necesarias para conseguir los beneficios del proyecto. Son las variables con mayor control por parte de la organización que lleva adelante el proyecto y surgen de la etapa de formulación (producto de un trabajo interdisciplinario) que permite luego su adecuada valoración.

Podemos mencionar algunos temas relacionados con los riesgos[136], en este caso, el riesgo tecnológico. En el caso de la evaluación de una tecnología muy nueva, poco probada, es posible que pueda no brindar las prestaciones que se predicen. Si la tecnología es probada, deben analizarse los riesgos de su rápida obsolescencia. Estos comentarios pueden hacerse sobre cualquier tecnología, no sólo respecto de las TICs. La tecnología nueva y poco probada, posiblemente tendrá un precio alto, pero también tendrá potencialidades de diferenciación más grandes que nuestros competidores que no cuentan con ella o que no la están teniendo en cuenta. Si la tecnología es madura, su costo será posiblemente más bajo, será accesible a los competidores y, por lo tanto, tendrá menor potencialidad de lograr diferenciaciones[137]. Si es un empresa innovadora, por definición es más propensa al riesgo, asumirá mayores costos para mantenerse en ese lugar. Si la empresa es adversa al riesgo o neutra, optará por tecnología más probada y más barata y estará dispuesta a pagar un seguro contra los riesgos. El riesgo en términos económicos requiere de una formulación de varios escenarios con distintas probabilidades de ocurrencia.

Lo relevante es mostrar cuál es el rédito que le sacan a una tecnología comparable y esto tiene que ver con las competencias endógenas de cada organización. El mayor aprovechamiento de las TICs y/o las mejores adaptaciones de los procesos que las organizaciones realicen en sus negocios es un diferencial respecto de la competencia.

15.3.4 Carteras de Proyectos. Relación entre el valor y el riesgo en los proyectos

Otra visión de la caracterización de los proyectos surge de relacionar la idea de valor esperado con el riesgo potencial. Como puede verse en la **Figura 15.1** aparecen por lo menos cuatro zonas de interés de análisis, que se han identificado con las letras A, B, C y D, separando valores altos de bajos de cada variable.

Figura 15.1
Valor esperado y riesgo potencial

[136] También existen los riesgos inherentes a todo proyecto que aquí dejamos de lado.
[137] Este análisis comparativo de tecnología no incorpora las competencias endógenas de cada organización, con las cuales puede lograr ventajas diferentes.

En los cuadrantes C y B encontramos similares magnitudes de valor, pero asociados a riesgos de signos opuestos. En los cuadrantes A y D las magnitudes de valor y riesgo son opuestas.

¿Cómo impactan estas características de proyectos si pretendemos hacer una conformación de cartera de proyectos?

Sería ideal una cartera de proyectos constituida con proyectos que caigan en el cuadrante A. Pero, en general, los proyectos de alto valor tienen más probabilidad de estar asociados a niveles de riesgo superiores y son en muchos casos más probables que caigan en el cuadrante B.

En los proyectos de alto riesgo y valor, tipo A, se puede acotar su riesgo con la "compra" de cierto grado de certeza en los beneficios no cuantificables o de difícil cuantificación, o incluyendo medidas que implican mayores costos, que disminuyan las probabilidades de los potenciales riesgos. Un ejemplo, a seguir en estos casos, es priorizando la estrategia de proyectos "pilotos"[138]. Los "pilotos" permiten acotar el riesgo y capitalizar experiencias para luego extender a las demás áreas de la organización, en el caso de proyectos internos de las firmas, o definiendo un segmento de clientes para el piloto si se trata de proyectos externos a la organización o de impacto mixto. Se puede pensar en implementaciones parciales, pero más amplias cada vez, que permitan realizar un *learning by doing* (aprender de nuestras acciones) e implementar los cambios que se reconozcan para mejorar rendimientos y bajar riesgos.

En la etapa de planeamientos se deberían desechar los proyectos que se ubiquen en el cuadrante D. Las áreas de sistemas que buscan y se focalizan sólo en proyectos del cuadrante C, generalmente se exponen a tener bajo perfil en la organización y tienen una baja influencia en cambios de magnitud en los procesos de negocios. Son poco visibles respecto del capital invertido. Pierden el reconocimiento de la organización como agentes de cambio permanente.

El consejo para el CIO es evitar los proyectos de bajo valor y bajo riesgo, y tener el máximo posible de alto valor y bajo riesgo.

Las organizaciones, que realizan planeamiento de sistemas y generan sus carteras de proyectos, conforman las mismas con un conjunto de proyectos de distintas relaciones de valor y riesgo. Los niveles de valor/riesgo aceptados por cada organización pueden ser muy diferentes. Si estamos ante un organización que es "neutral al riesgo", tratará de compensar sus riesgos de forma tal de mantenerse en los niveles promedio. Generalmente, la neutralidad al riesgo hace que un universo de proyectos se inclinen por los de valores promedio, ni altos ni bajos y/o formará un mix que promedie rendimiento y riesgos. Es una organización que "comprará seguros" para proyectos de alto riesgo. Si, en cambio, nos encontramos con una organización adversa al riesgo, privilegia el bajo riesgo y, por lo tanto, el universo de proyecto se situará más cerca de los de bajo valor, dado que la existencia de los de alto valor y bajo riesgo generalmente es muy baja. En el otro extremo se colocan las organizaciones que son propensas al riesgo y buscarán altos valores y riesgos.

[138] Los pilotos son una estrategia para ser usados en cualquier tipo de proyectos.

15.4 MÉTODOS DE ADMINISTRACIÓN DE ACTIVOS DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

15.4.1 ¿Qué es el costo total de propiedad, CTP?[139]

¿Cuál es el horizonte de tiempo por el cual deben tomarse los costos?

El costo de poseer activos de TICs incluye una gran cantidad de costos directos e indirectos correspondientes a todo el ciclo de vida del activo que estamos evaluando (desde su incorporación hasta su salida del patrimonio de la firma).

El modelo de costo CTP tiene como objetivo incluir la totalidad de costos directos e indirectos, permitiendo tener una aproximación a los costos reales de una implementación usando el concepto de ciclo de vida. La idea de ciclo de vida implica la totalidad de costos desde la incorporación (nacimiento) –los necesarios para su adecuación a su plena capacidad y los necesarios para mantenerlo funcionando a la capacidad máxima planificada–, hasta el momento de retirarlo de la operación (muerte) donde puede o no tener un valor económico residual. Implica considerar la inversión inicial y todas las erogaciones correspondientes a su operación y mantenimiento del sistema durante su vida útil.

Veamos componentes del CTP a modo enunciativo:

- Inversión en hardware y software de sistemas y aplicativo, gastos de su instalación
  - Compra de hardware: precio de compra de equipos (incluye computadoras, terminales, medios de almacenamiento, impresoras, comunicaciones, etcétera)
  - Infraestructura: costo de adquirir, mantener y dar apoyo a la estructura de las redes y equipos
  - Compra de software: precio de la licencia de uso del mismo
  - Instalación de hardware y software
- Implementación de distintos costos que surgen de
  - Cambios de procesos de negocios
  - Cambios de organización
  - Puesta en marcha de la infraestructura
  - Puesta en marcha de la aplicaciones
  - Gerenciamiento del proyecto
  - Capacitación: costo de capacitación a los distintos roles de proyecto y usuarios finales
  - Pruebas
- Costos de operación de
  - Las aplicaciones
  - Los sistemas
- Costos de post implementación (mejoras y mantenimiento) hasta X años posteriores a la puesta en marcha
  - Mejoras en los procesos de negocios
  - Mejoras en los sistemas
- Impacto en los usuarios
  - Tiempo de fuera de uso: costo de oportunidad por el tiempo de no procesamiento o fuera de servicio
  - Mayores costos por pérdida de productividad (temporal)
  - Soporte: costo de servicio técnico continuo, mesas de ayuda, etcétera

En términos porcentuales y como un aproximación general, los costos de hardware y software sólo representan entre el 20 al 39% del costo total de la tecnología.

[139] Viene de la sigla en inglés de TCO, *Total Cost of Ownership*, que significa costo total de propiedad.

a) Algunas medidas para reducir los costos

¿Como podemos gestionar para bajar los costos del CTP?

Veamos un conjunto de ideas que permiten mejorar los elementos componentes del CTP.

- *Centralizar las decisiones de compras y mantenimiento:* esto no implica niveles de descentralización de la operación. El hecho de tener volumen tanto en las compras de producto como en los contratos de servicios permite una negociación más adecuada.
- *Estandarización de los recursos de hardware y software, homogeneizar equipos, software y procesos asociados:* estas medidas impactan también sobre la administración y soporte durante toda la vida útil. La estandarización disminuye costos de operación y mantenimiento. También tiene impacto en los costos de capacitación y soporte. Puede ser opuesta a la innovación y a buscar diferenciación, en la medida que la misma no discrimine distintas clases o tipos de usuarios. Se debe estandarizar y homogeneizar entre los iguales.
- *Tercerización de algunas actividades:* la estrategia de aprovechar las fuentes de aprovisionamiento externas a la organización es una forma de convertir costos fijos en variables o semi variables. Los proveedores de servicios hacen de la eficiencia el foco de su negocio. Este tema ha sido desarrollado en el punto de estrategia de abastecimiento (Capítulo 13, Punto 13.5.5).
- *Crear centros de excelencia:* de la divulgación de ideas, métodos, etcétera, se pueden extraer ideas de mejoras de productividad. Estos esquemas deben ser institucionales y para su fomento deben tener reconocimiento social (la mejor idea de mes) y monetario (incentivos en los sueldos).

b) Estructura de costos del CTP. Un ejemplo

En la actualidad están sumamente difundidos los sistemas ERP[140]. El Meta Group[141] realizó un estudio de las principales naturalezas de costos en un proyecto de implementación de ERP. En la **Tabla 15.4** se muestran las distribuciones de porcentaje de cada naturaleza de costos respecto del total del proyecto.

Tabla 15.4 | Distribución de costos en %

Naturalezas de costos	% sobre el CTP
Equipamiento	6,6 %
Software específico de ERP	16,72 %
Otros software requeridos	1,04 %
Servicios de implementación	27,86 %
Mantenimiento	6,02 %
Mano de obra interna aplicada a la implementación	16,86 %
Post-implementación (dos años posteriores a lanzamiento)	25,18 %

[140] *Enterprice Resources Planning*. Son sistemas de software que pretenden dar solución a la totalidad o casi totalidad de las funciones de una organización de un forma integral e integrada.

[141] Olin Thompson, *The CEO, CFO and TCO*, Technology Evaluation Center.

Puede verse que el 70% de los costos corresponde a gastos en personal (interno o externo). Este indicador refuerza la idea de que las metodologías de desarrollo de sistemas son definitorias para mantener bajo control esta cantidad de recursos, de modo que realicen sus actividades de una manera que asegure el cumplimiento de los objetivos en tiempo y forma, usando para ello las herramientas más adecuadas.

c) Limitaciones del CTP como criterio de decisión de inversiones. El CTP combinado con las funcionalidades

El CTP está muy difundido y tiene una gran cantidad de adeptos. Su preferencia se focaliza en la relativa facilidad de cálculo luego de cierta "gimnasia presupuestaria". Se opera sobre la parte más controlable, que son los costos. Nuestro interés es analizar el método cuando se usa como criterio de decisión de inversiones. Su uso, como único criterio de decisión, puede llevarnos a decisiones erróneas. El axioma "lo más barato es lo más adecuado" puede ser sumamente perjudicial

¿Cuáles son las limitaciones del CTP?:

- *Ausencia de cálculo de beneficios*. El método no considera los beneficios. Esto produce que se dejan de lado las fuentes de generación de valor. Muchos autores ponderan el CTP justamente porque no requiere consideración de cálculo de beneficios. El hecho de no requerir cálculo de beneficios, que son la parte más complicada y menos controlable, hace este método interesante. Pero justamente este aspecto es una fuerte debilidad.
- *Ausencia de consideración de aspectos estratégicos*. Como dijimos anteriormente lo más barato no es necesariamente lo adecuado. La organización define una estrategia que está alineada con su misión y se agrega valor en la medida que la inversión aporte al valor.
- *Ausencia de la idea de valor.* No puede responder a la pregunta si una inversión agrega o no valor, y cuánto valor agrega.
- *Dificultades para usarse para comparación de alternativas*. Al comparar sólo los costos puede dejar de lado alternativas mejores desde la generación de valor. Una alternativa más cara puede tener beneficios más altos, pero los mismos están ocultos y puede ser dejada de lado por una alternativa más barata.

Una versión mejorada del método CTP es combinarlo con las funcionalidades del sistema. Supongamos que defino las funcionalidades que espero del nuevo sistema. Con un esquema de factores y grados, matriz de funcionalidades del sistema, puedo ponderar el grado de satisfacción/cumplimiento de cada una de ellas. El mayor grado de cumplimiento de las funcionalidades, combinada con un costo razonable, me puede permitir elegir una alternativa con alguna incidencia "indirecta" de los beneficios. Estamos asumiendo que la funcionalidad responde al negocio y que mejorar las mismas provoca mejoras en ROI, a mayor cumplimiento de una funcionalidad, mayor valor. Esta postura mejora algunas limitaciones de CTP "a secas", pero asume que la funcionalidad tiene similar proporción de valor y que, además, es una variable "proxy" del retorno sobre la inversión, lo cual puede ser una simplificación demasiado peligrosa.

15.4.2 Del CTP al valor total de propiedad (VTP)?[142]

El VTP tiene su foco en la generación de valor durante todo el ciclo de vida de sistema. Las decisiones de TICs tienen impactos en los procesos de negocios en el corto, mediano y largo plazo. Este método soluciona varias de las limitaciones que se le plantean al

[142] Viene de la sigla TVO, *Total Value Ownership*.

CTP. Pero es también más complicado de usar y sus resultados pueden estar expuestos a interpretaciones.

Como lo expresamos anteriormente las decisiones de inversiones en TICs son:

- Difíciles de mensurar. Si bien siempre hay dificultades por el lado de los beneficios, en muchos casos también se presentan problemas, por el lado de los costos.
- Tiene complejidades crecientes a medida que la organización tiene altos índices de difusión de TICs, y/o se encuentra en estadios superiores de evolución en cuanto a complejidad de las mismas. Las inversiones son más importantes a medida que se aumentan las complejidades de las TICs, pero también los actores de la organización están en estadios superiores de justificación de las inversiones. En Tricoci (2008) se presenta una función de costos totales donde se relaciona el nivel de complejidad de las TICs (en los 3 estadios detallados en el Punto 2.4 del Capítulo 2) con los costos totales. Esta función tiene discontinuidades y cambios de pendientes muy fuertes.
- Cuando la organización ha salido de las etapas de registros de los hechos (estadio 1), se comienzan a requerir las TICs en los procesos de generación de nuevo conocimiento e innovación. En esos casos, la identificación de los beneficios se vuelve más compleja y se acercan a los intangibles.
- En muchos casos la industria, en la cual se desarrollan las firmas, "impone" niveles mínimos de automatización de procesos, productos y servicios que requieren niveles tecnológicos altos y crecientes.

Sería un serio error plantear que el efecto superador de este método se encuentra sólo en una adecuada evaluación de costo/beneficio del ciclo de vida del producto[143]. Este método debe formar parte de una metodología que contenga las fases de formulación, ejecución y control de los proyectos. Por lo cual, esa metodología debe tener por lo menos cuatro pilares mínimos necesarios:

a) Las inversiones en TICs deben ser formuladas como proyectos de inversión

La formulación de un proyecto debe seguir una serie de pasos y cumplir con un conjuntos de ítems que cada organización definirá ad hoc. Lo más relevante parte de la cultura de la organización que entiende la necesidad de realizar evaluaciones ex-ante que permitan predecir los resultados futuros de las nuevas inversiones.

b) Una buena metodología de análisis de costo-beneficio

Es un pilar simple pero contundente, la metodología debe ser útil. Mediante la metodología de evaluación de costo/beneficio se debe lograr la cuantificación del valor incremental de las inversiones en TICs.

c) Un proceso de planeamiento de negocios que comprendan las decisiones de inversión en TICs asociadas o como parte de los negocios

Se tiene que lograr una cultura de la necesidad de las TICs como herramienta facilitadora de la competitividad e innovación en la organización. La inclusión de TICs en el proceso de planeamiento de negocios (*business planning*) permite la determinación de las responsabilidades de los costos y beneficios de los proyectos y los niveles de riesgos asumidos. Un adecuado y ejercitado juicio sobre los impactos en los negocios permite resolver con eficiencia situaciones de difícil cuantificación. La repetición de este proceso

[143] Definimos como producto el conjunto de sistemas, procesos, cambios de organización del proyecto que estamos formulando.

permite formar nuevos juicios de valor para asumir escenarios en los casos de beneficios de difícil cuantificación. En muchos casos el valor surge de la comparación con situaciones o decisiones anteriores y el acuerdo de los participantes del *board* de cuales son los resultados esperados.

d) Adecuación de la estructura organizativa de TICs y de las unidades de negocios y del sistema de incentivos y compensaciones

La estructura organizativa se debe adecuar a soportar este tipo de metodología, previendo las dependencias jerárquicas y las funciones adecuadas. La participación e identificación con los resultados deben estar "atados" a los incentivos personales. Los proyectos que fueron decididos, evaluados, y aprobados por usuarios claves los hace corresponsables, también, de que se logren los objetivos.

Una pregunta final:

¿A todos lo proyectos se le debe aplicar la misma metodología?

Es necesario para las organizaciones plantear distintos grados de abordaje según la magnitud e impacto de los proyectos. Puede ser muy interesante explorar un criterio tipo ABC siguiendo el principio o Ley de Pareto[144]. Los proyectos de tipo A de gran magnitud e impacto son susceptibles de una metodología completa. Los proyectos de tipo B y C deberían tener variantes de procedimiento menos complejos y requieran menores costos de formulación, ejecución y control.

Es conveniente limitar la cantidad de proyecto del tipo B y C por algún parámetro (financiero, de impacto, etcétera), a fin de no permitir que proyectos grandes terminen siendo varios, medianos o chicos y/o distribuir esfuerzos en proyectos que no provoquen cambios importantes en el modelo de negocios.

[144] La ley o principio de Pareto (1897) tuvo varias interpretaciones conocidas con el nombre del criterio ABC ó del 80/20. Planteaba la idea de realizar un ranking para determinar cuáles eran los aspectos que tenían la mayor importancia al analizar un problema. Aplicado a las fallas de un proceso productivo, las causas de rechazo de una pieza fabricada en la mayoría de los casos responden a pocas causas. Si se soluciona la mayoría de esas pocas causas, la mayor parte de las piezas defectuosas dejaría de serlo.

BIBLIOGRAFÍA

Brynjolfson, Erik; Lorin, M. Hitt, *Information Technology and Organization Design: Evidence from Micro Data*, MIT Sloan School of Management, octubre, 1998.

Colliison, Chris; Parcell, Geoff, *La gestión del conocimiento. Lecciones prácticas de una empresa líder*, Editorial Paidós, 2003.

Fontaine, Ernesto R., *Evaluación Social de Proyectos*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 1993.

Ginestar, Alberto, *Pautas para identificar formular y evaluar proyectos*, Asociación Argentina de Evaluación, Editorial Macchi, Buenos Aires, 2001.

Laudon, Kenneth C.; Laudon, Jane P., *Sistemas de Información Gerencial*, Prentice Hall,México, 2002.

O´Brien, James A.; Marakas, George M., *Sistemas de Información Gerencial*, Mc Graw Hill, 2006.

Peirano, F; Suárez, D., "La incorporación de las TICs por parte de las PYMES: Estilización de estrategias empresariales" en *La informática en la Argentina. Desafíos a la especialización y a la competitividad*, Editorial Prometeo, 2006.

Peirano, F; Suárez, D., *Las TICs mejoran el desempeño de las PyMEs. ¿Somos capaces de explicar cómo lo hacen?*, Documento de Trabajo número 23, Centro de Estudios sobre Ciencias Desarrollo y Educación Superior, Septiembre, 2005.

Polanco, Xavier, "Análisis de Redes: Una Introducción" en *Redes de Conocimiento construcción, dinámica y gestión*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la UNESCO, Mario Albornoz y Claudio Alfaraz Editores, 2006.

Porter, Michael, *Competitive Strategy*, Free Press, New York, 1980.

Porter, Michael, *Competitive Advantage*, Free Press, New York, 1985.

Sapag Chain, Nassir; Sapag Chain, Reinaldo, *Preparación y Evaluación de Proyectos*, Mc Graw Hill, Chile, 2000.

Slywotzky, A. J.; Weber, K.; Morrison, D. J. *How Digital is Your Business?*, Crown Publishing, Nueva York, 2000.

SCHODERBEK, C. G.; SCHODERBEK, P. P.; KEFALAS, A. G., *Management Systems Conceptual Considerations*. Business Publications, Dallas, 1990.

SVEIBY, KARL ERIK, *The New Organizational Weath: Managing and measuaring knowledge-based assets*, Berrett-Koehler Publishers, San Francisco, 1997.

TRICOCI, GUILLERMO, *Las Tic´s y el conocimiento. Un enfoque de económico y de negocios*, Ediciones Cooperativas, 2008.

TRICOCI, GUILLERMO, *¿La Sociedad del Conocimiento convertirá a la Argentina en un país rico?*, 3° Congreso de Tecnología de la Información: La Tecnología de la Información del presente para un futuro mejor, mayo, 2006.

TRICOCI, GUILLERMO, *La sociedad del conocimiento. Amenazas y oportunidades*, Congreso Metropolitano de Ciencias Económicas, octubre, 2005.

VARIAN, HAL R., *Microeconomía Intermedia*, Antoni Bosch Editor, Barcelona, 1993.

Revistas

BRYAN, LOWELL L.; ZANINI, MICHELE, "Strategy in an era of global giants" en *The McKinsey Quarterly*, N° 4. 2005.

BRYAN, LOWELL L., "The New Metrics of Corporate Performance: Profit per employee" en *The McKinsey Quarterly,* 2007.

BRYNJOLFSON, ERIK; LORIN, M. HITT, "Beyond the Productivity Paradox" en *Comunication on the ACM*, número 8. 1998.

BRYNJOLFSON, ERIK; LORIN, M. HITT, "Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending" en *Management Science*, Vol. 42, N° 4, abril, 1996.

BRYNJOLSON, ERIK, "The contribution of Information Tecnology to Consumer Welfare" en *Information Systems Research*, Vol. *7*, N° 3, 1996.

DEMSEY, JED; DVORAK, ROBERT E.; HOLEN, ENDRE; MARK, DAVID; MEEHAN III, WILLIAM F., "A Hard and Soft Look al IT Investments" en *The McKinsey Quartely*, N° 1, 1998.

JEANE, ROSS; PETER, WEILL, "Six IT decisions Your IT people shouldn´t Make" en *Harvard Bussines Review*, noviembre, 2002.

LEVINA, NATALIA; JEANNA, W. ROSS, "From the Vendor´s Perspective Exploring the value Porposition in Information Techology Outsourcing" en *MIS Quartely 27*, N° 3, septiembre, 2003.

PORTER, MICHAEL, "How Information Can Help you Compete" en *Harvard Business Review*, 1985.

YOGUEL, GABRIEL; NOVICK, MARTA; MILESI, DARÍO; ROITTER, SONIA; BORELLO, JOSÉ, "Información y conocimiento: la difusión de TICs en la industria manufacturera argentina en *Revista CEPAL*, N° 82, abril, 2004.