

Nº 5

**Modelamiento Unificado de Negocios y Tecnologías
de la Información: Ingeniería de Negocios**

Oscar Barros V.

DOCUMENTOS DE TRABAJO
Serie Gestión

**MODELAMIENTO UNIFICADO DE NEGOCIOS Y TECNOLOGIAS
DE LA INFORMACIÓN: INGENIERIA DE NEGOCIOS**

Oscar Barros V.

SERIE GESTION N° 5

Mayo de 1998

**Centro Gestión
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile**

MODELAMIENTO UNIFICADO DE NEGOCIOS Y TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION: INGENIERIA DE NEGOCIOS

1. INTRODUCCION

Por mucho tiempo, diversos pioneros de la gestión de empresas han intentado crear las bases para un manejo racional de los negocios basado en diseños explícitos de las prácticas organizacionales. Esto es desarrollar disciplinas que aseguren –al igual que en las ingenierías tradicionales– que el trabajo de una empresa, diseñado de acuerdo a ciertos principios, lleva el cumplimiento de objetivos económicos explícitos.

Lo anteriormente expresado está claramente presente en la obra de Taylor [20], quien desarrolló la disciplina de estudio y diseño del trabajo basada en el análisis de tiempos y movimientos. Esta disciplina, que Taylor llamó “Administración Científica”, se centra en el trabajo manual, tanto en producción de bienes físicos como administrativo. Uno de los importantes casos de uso del Taylorismo es la línea de ensamblado de automóviles, desarrollada por Ford, donde el complejo trabajo de armar estos artefactos se subdividió en pequeñas partes, cada una de las cuales se diseñó hasta los últimos detalles para ser ejecutada en forma mecánica por hombres y máquinas.

La misma idea está detrás del trabajo de Fayol [16], quien formalizó el concepto de estructura organizacional y estableció ciertos principios normativos acerca de las características que ésta

debería tener; por ejemplo, división del trabajo, unidad de comando, autoridad y responsabilidad, etc. Weber [24] desarrolló ideas conexas a las de Fayol, plasmándolas en el concepto de burocracia – obviamente, no en el sentido peyorativo en que se usa habitualmente-, que es un modelo normativo de cómo deberían organizarse las empresas e instituciones complejas. Tanto Fayol como Weber sentaron las bases de la estructura organizacional burocrático-funcional, que todavía predomina en la mayoría de las empresas del mundo.

Posteriormente a las ideas anteriores, aparecieron las Ciencias de la Administración, las que intentaron desarrollar bases similares a las de las ciencias tradicionales –basadas en evidencia empírica– para el diseño de las prácticas de negocios y estructura organizacional.

La primera de las disciplinas científicas es la Teoría de la Empresa, proveniente de la Microeconomía [11], que establece maneras óptimas de actuación en relación al manejo de decisiones clave de un negocio, tales como precios y volumen de actividad. Estas ideas dieron origen a la Economía de la Gestión (*Managerial Economics*) [15] y a la Economía de la Ingeniería (*Engineering Economics*) [17], que intentan llevar a la práctica, en problemas concretos de gestión – como estimación de demanda, evaluación de proyectos, asignación de capital, etc.–, los principios de la Microeconomía.

Complementariamente a lo recién planteado, aparece la Teoría de Comportamiento de la Empresa [13], la cual se aleja del enfoque normativo optimizante de la Microeconomía y adopta una perspectiva más empírica, permitiendo que las decisiones en un negocio se basen en reglas o heurísticas con base práctica.

Siguiendo la línea de la Microeconomía tenemos la Investigación Operativa [3], que pretende desarrollar modelos matemáticos optimizantes –o cercanos al óptimo– que apoyen las decisiones de gestión en las empresas.

En paralelo a las ideas anteriores se han desarrollado las Tecnologías de la Información –*hardware, software, redes, comunicaciones*–, las cuales han interactuado con aquéllas potenciando sus efectos. Así, por ejemplo, el Taylorismo ha tenido su expresión en el trabajo administrativo rutinario, donde se ha reemplazado mano de obra por procesamiento de datos computacional en cálculo de remuneraciones, contabilidad, facturación, etc. También la estructura burocrático-funcional depende –en grandes empresas– de los sistemas de información para llevar a la práctica la idea de comando y control; éstos permiten desarrollar los planes y programas de la empresa –materializados habitualmente en un presupuesto– y controlar su ejecución. Por otro lado, las disciplinas científicas de la gestión también se apoyan en procesamiento computacional para realizar los cálculos que requieren los modelos matemáticos, particularmente en Investigación Operativa, donde los complejos modelos de Programación Matemática y de otro tipo no serían viables sin tal apoyo.

Esta revisión –necesariamente parcial– de las grandes tendencias históricas relativas al diseño del trabajo y prácticas organizacionales nos lleva a preguntarnos acerca del grado de aplicación real de las ideas anteriores y del éxito en su uso. La contestación es que cada una de ellas ha tenido éxitos parciales, fundamentalmente en cuanto a conseguir resultados en áreas específicas de la empresa. Así tenemos que el Taylorismo indujo enormes incrementos de productividad en el trabajo industrial, teniendo mucho menos éxito en el trabajo administrativo; Fayol y Weber están detrás de la estructura

actual de la mayoría de las empresas; las disciplinas científicas –apoyadas en Tecnologías de la Información– le han dado racionalidad económica a muchas decisiones puntuales de gestión en evaluación de negocios y proyectos, planificación y programación de producción/transporte, finanzas y marketing. Sin embargo, se echa de menos un enfoque más sistémico: falta ese algo que asegure que la estructura organizacional como un todo, en conjunto con las prácticas de trabajo, corresponden a una concepción explícita que garantice el éxito de una empresa. Esto es, si bien hay islas que funcionan a base de diseños explícitos que suboptimizan el funcionamiento de un aspecto o área específica de un negocio, no existe garantía de que el conjunto funcionará de manera predecible, ya que no hay diseño alguno que lo avale; es decir, la manera en que los componentes organizacionales y las prácticas de diferentes áreas –desarrolladas en muchos casos como fruto de la tradición y en forma independiente– interactúan es algo que rara vez se ha analizado en forma explícita.

Esto lleva a concluir que las disciplinas enunciadas nunca cumplieron su objetivo fundamental – implícito o explícito– de crear un cuerpo de conocimientos teórico-empíricos, parecido al de las ciencias e ingenierías tradicionales, que asegure que los diseños de la organización como un todo, derivados a partir de él, satisfacen ciertos criterios de desempeño, tal como las Matemáticas, Física, Resistencia de los Materiales y Cálculo Estructural aplicados a componentes específicos aseguran que el diseño de un edificio completo resistirá solicitaciones predefinidas y que cumplirá con ciertas condiciones de minimización o restricción de costos.

Es la opinión de numerosos especialistas en gestión de que el objetivo anteriormente expresado es imposible de cumplir, por la fundamental razón de que dentro de los diseños del trabajo y organizacionales existen seres humanos, los cuales tienen un comportamiento no diseñable [2]. Por lo tanto, esto haría la gestión, las prácticas de trabajo y la estructura organizacional más bien un arte, consistente en lograr un cierto funcionamiento organizacional sin

diseño explícito, sino que con medidas de permanente ajuste –al estilo de prueba y error– tratando de equilibrar las múltiples fuerzas que están en juego dentro y al exterior de la empresa. En el logro de este equilibrio existen propuestas tan diferentes, como la de los escandinavos que privilegian la negociación –particularmente en el ámbito interno– entre trabajadores y los principales [2], y otros que proponen ajustes dentro de una clara jerarquía burocrático-funcional con una gran dosis de autoritarismo [2].

A pesar de las opiniones anteriores, hay sólidos indicios –generados particularmente dentro de esta década– de que las estructuras organizacionales y las prácticas de trabajo son diseñables y ya existen metodologías y herramientas –al estilo de las ingenierías tradicionales– que apoyan el desarrollo de tales diseños, los cuales funcionan en la práctica de acuerdo a un desempeño esperado.

Es el objetivo de este trabajo proveer evidencia que avala la anterior afirmación. Para hacer esto utilizamos un esquema conceptual, original de este autor, que nos permite colocar los desarrollos de esta década dentro de un mismo contexto que facilita la demostración de nuestra tesis.

Empezamos con una revisión de las tendencias más significativas de la década de los noventa. Posteriormente entregamos el modelo conceptual de referencia, para después mostrar cómo diseñar a partir de tal modelo y examinar la relación entre nuestra propuesta y otros enfoques de diseño organizacional hoy día utilizados en la práctica. Por último, analizamos las consecuencias que se desprenden de las ideas expuestas.

2. EL CAMBIO DE PARADIGMA DE LA DÉCADA DE LOS NOVENTA

La ya tan publicitada globalización ha gatillado una serie de cambios fundamentales en el manejo de las empresas, todos los cuales apuntan a hacerlas más competitivas.

2.1. Replanteamiento de la estructura burocrática-funcional

El primer y tal vez más fundamental de estos cambios es el replanteamiento de la tradicional estructura burocrática-funcional de las organizaciones. En síntesis, éste consiste en alejarse de la idea de comando y control asociada a esta estructura –en la cual unos pocos, en los niveles altos de la jerarquía, dirigen y el resto ejecuta–, lo cual conduce a una descentralización de las decisiones, un empoderamiento de los que ejecutan las actividades operativas y una disminución (o aplanamiento) de los niveles de la jerarquía. Esto va acompañado de un manejo por proceso, el cual consiste en que las actividades en diferentes áreas funcionales que componen una cadena asociada a la generación de algún bien o servicio –por ejemplo, el procesamiento de una orden desde que se pide un producto hasta que éste se entrega, que involucra a ventas, crédito, bodega, distribución, etc.– se consideran como una sola unidad. Esta unidad es la que se denomina un proceso, el cual puede analizarse y diseñarse para cumplir su propósito, optimizando su desempeño de una manera apropiada. Esto da origen a la llamada Reingeniería o Rediseño de Procesos [7].

El enfoque de proceso es revolucionario, por cuanto rompe las barreras funcionales que típicamente existen dentro de una organización, permitiendo una coordinación explícita entre áreas que, dentro de un esquema burocrático-funcional, se manejan en forma relativamente independiente. Por ejemplo, esto permite abordar explícitamente los típicos desencuentros y conflictos que se

producen entre ventas y producción/operaciones, los cuales tienen que ver con que ventas no transparente debidamente sus planes comerciales a producción y que éste o es poco activo para prever demandas irregulares, ocasionando pérdidas de ventas, o demasiado activo, generando stocks innecesarios. Un manejo por proceso proveerá mecanismos explícitos y diseñados de coordinación –por ejemplo, manejo por stock mínimo o *just in time*– para cumplir objetivos declarados, como satisfacer demanda a mínimo costo.

Otra consecuencia del manejo por proceso es que la coordinación entre las diferentes áreas funcionales que son parte de un proceso, además de ser explícita, se descentraliza y es parte de la operatoria del proceso o de la interacción entre las personas que lo ejecutan. Esto elimina roles que tienen que ver con coordinación por jerarquía dentro de la estructura organizacional.

La experiencia de muchas empresas en el mundo es que, al adoptar un enfoque de proceso, se generan incrementos de beneficios muy significativos –por ejemplo, reducción de costos de una orden de magnitud– y que, al mismo tiempo, se mejora en el manejo de la variable humana, dada la descentralización de decisiones al grupo que maneja el proceso y su autonomía para autocoordinarse [7]. La explicación para una mejora tan sustantiva reside en el hecho de que nunca nadie ha estudiado y diseñado los procesos, siendo más bien su operatoria el fruto de la tradición y las costumbres.

El enfoque de proceso ha conducido naturalmente a la necesidad de contar con metodologías y herramientas para realizar su reingeniería o rediseño [7]. Nótese que ambos términos tienen la

connotación de que los procesos de una empresa son objeto de diseño, tal como lo son una obra civil, una planta minera o un refrigerador.

Tal como las ingenierías tradicionales, la Reingeniería o Rediseño de Procesos tiene sus planos, que son los modelos de los procesos –tema que profundizaremos en el siguiente punto–, los cuales permiten explicitar de una manera clara y precisa la forma en que un proceso operará. Esto también permite su eventual simulación; es decir, procesar el modelo en un computador para evaluar el desempeño del mismo, sin tener que recurrir a prueba y error en la práctica.

2.2. El impacto de las Tecnologías de la Información

Otro lugar común hoy día es que nos encontramos en la Era de la Información. Esto que es una realidad, tiene también enormes implicancias para el cambio organizacional. La disponibilidad de cada día más potentes y económicas Tecnologías de la Información hace que el manejo organizacional sea más susceptible de ser apoyado computacionalmente [9]. Esta tendencia interactúa estrechamente con la anteriormente señalada del enfoque de proceso. En efecto, las rutinas o prácticas diseñadas como parte de la reingeniería de un proceso se internalizan habitualmente en un sistema computacional que orienta, apoya y coordina a las personas que lo ejecutan. Así, por ejemplo, es hoy día habitual que las empresas líderes en servicio a sus clientes tengan procesos de atención altamente computarizados. Este es el caso de Dell, fabricante y distribuidor de computadores, que permite a sus clientes ordenar por medio del World Wide Web (WWW o Web), siendo todo el proceso de satisfacción de una orden ejecutado dentro de esta empresa con apoyo computacional, desde verificación de crédito, pasando por programación del ensamblaje según especificación del cliente, hasta despacho y atención de consultas del mismo; Federal Express, que apoya todo el proceso de ruteo y transporte de paquetes en un sistema

computacional, el cual también permite que un cliente pueda consultar por medio del Web la situación en que se encuentra un envío; y Amazon, una empresa que permite ordenar libros de un catálogo de 400.000 por el Web y los entrega en unos pocos días, apoyada en un sistema altamente computarizado.

En empresas altamente tecnificadas como las descritas en los ejemplos anteriores el proceso es en gran medida el sistema computacional que ejecuta el mismo.

En otras empresas o actividades, donde una rutinización como la anteriormente descrita no es factible dada una naturaleza más creativa y no estructurada de las operaciones que constituyen un proceso, es también factible el apoyo de las TI, principalmente para facilitar la coordinación de las diferentes personas que intervienen en el mismo. Un proceso muy común con estas características es el desarrollo de nuevos productos o servicios en una empresa. Obviamente cada actividad dentro de esta cadena es altamente creativa y no puede rutinizarse; por ejemplo un estudio de mercado o el diseño del producto o servicio. Sin embargo, la información que se genera en el proceso –resultado de los estudios de mercado, planos de diseño, evaluaciones económicas, etc.– puede ser generada, ruteada y compartida computacionalmente. De hecho hay *software* especializados que permiten hacer esto, los cuales se denominan *groupware* y *workflow* [9]. Estos *software* no sólo manejan información, sino que también pueden asegurar que las actividades se realizan de acuerdo a una secuencia preestablecida y en tiempos predefinidos, contribuyendo al éxito del proceso.

En todas las empresas en que las TI se utilizan para ejecutar y/o apoyar un proceso se favorece el trabajo en grupo de los participantes en el mismo, debido a que la tecnología los interconecta –por medio de redes computacionales– y permite que intercambien y compartan

información, ya sea en la forma de mensajes o documentos electrónicos de cualquier tipo. Esto facilita la descentralización mencionada al comienzo de este punto, el aplanamiento de la organización y el funcionamiento por coordinación horizontal –entre ejecutantes– en vez de por jerarquía.

2.3. Los paquetes *world class*

Los conceptos anteriormente expuestos en este punto se han materializado en productos concretos de *software* que favorecen su implementación práctica. Es así como han aparecido los llamados paquetes de *software world class* que unifican las ideas de manejo por proceso y el apoyo de las TI al manejo organizacional.

Un paquete *world class* se caracteriza por dar una solución integral al manejo de los recursos de una empresa, por lo cual algunos de ellos se denominan ERP (*Enterprise Resource Planning*). Esta solución integral cubre el manejo de los recursos materiales/productos, financieros, humanos y de capital. Este manejo se considera que ocurre por proceso e incluye en forma explícita los apoyos computacionales a las actividades participantes.

El manejo por proceso y los apoyos computacionales se formalizan en los paquetes *world class* por medio de un modelo del proceso. Este es un diagrama que detalla las actividades de un proceso, su secuencia, el apoyo que tendrán por medio de TI y las unidades organizacionales a cargo de la actividad. Un ejemplo de modelo hecho con la nomenclatura del *software world class* SAP –presentada en la Figura 2.1– se muestra en la Figura 2.2, para el proceso de venta de un automóvil en una empresa del rubro [12].

El proceso de la Figura 2.2. empieza con un evento, cual es la *Recepción de una consulta* por parte de un cliente. En la siguiente función *–Procesamiento de la consulta–* se atiende la consulta, verificando en la base de datos *Consulta–* si hay alguna información acerca de la misma; de no haberla, se registra en la misma base de datos la consulta, lo cual está representado por las flechas horizontales entre la operación y la base de datos. Además en el diagrama se muestra que el *Area de ventas* está a cargo de la ejecución de *Procesamiento de la consulta*, por medio de una línea horizontal que une los símbolos que las representan. Como resultado de la operación anterior se genera el evento *Creación de una cotización a partir de la consulta*. En paralelo, por otras razones, se puede haber generado la necesidad de generar una cotización, lo cual se representa por medio del evento *Ocurrencia de un motivo para*

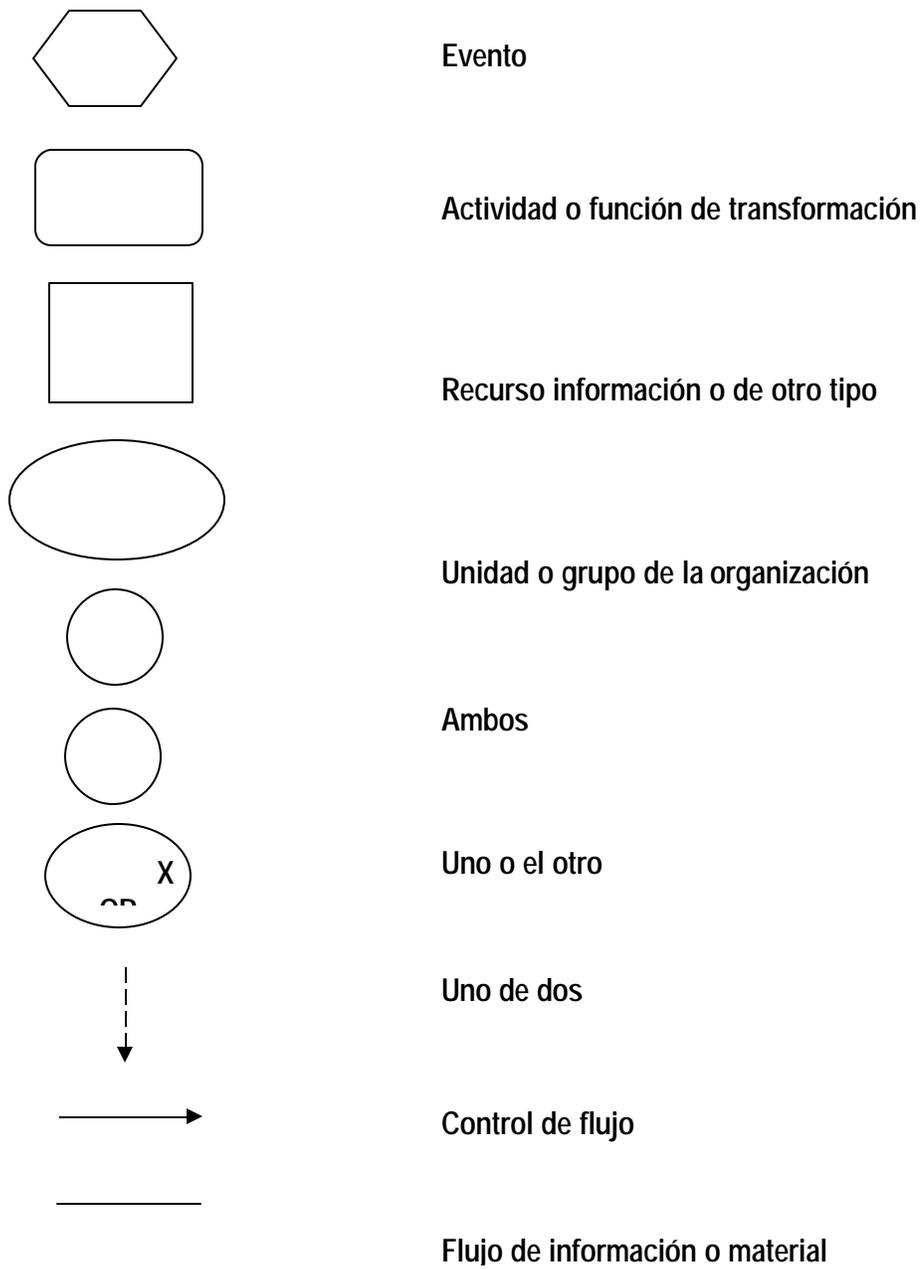
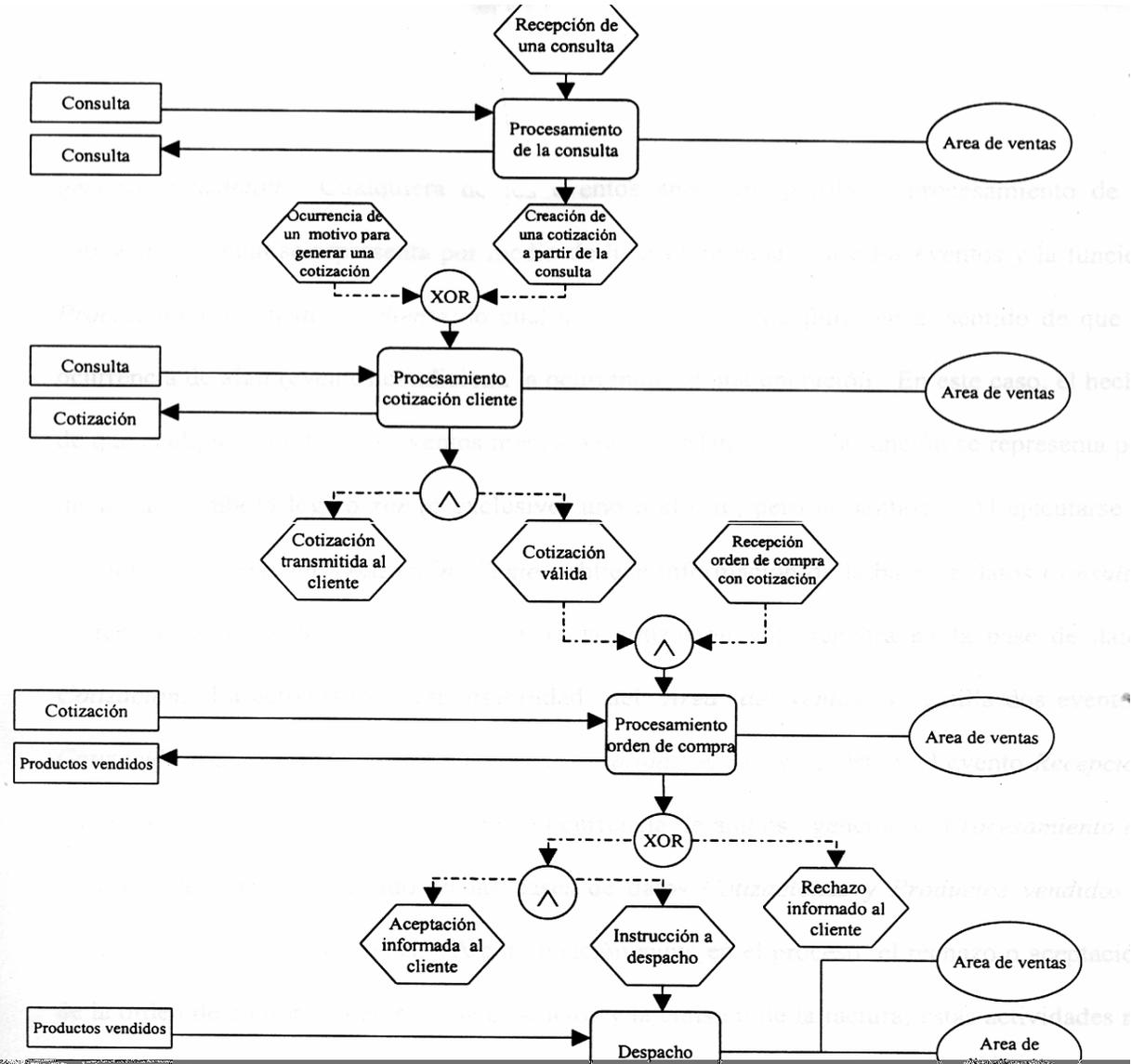


Figura 2.1. Nomenclatura para modelos de referencia SAP



El sistema de información se interpreta de manera que...

Un proceso estimado como patrón ideal de referencia para cualquier...

El sentido de este tipo de actividades es mejorar las prácticas de manejo de negocios que...

Basado en los modelos de negocio que constituyen un...

El negocio para un...

Figura 2.2. Modelo de negocio SAJ

generar cotización. Cualquiera de los eventos anteriores gatilla el procesamiento de la cotización, lo cual se representa por medio de líneas punteadas entre los eventos y la función *Procesamiento cotización cliente*, lo cual significa control de flujo, en el sentido de que la ocurrencia de algo (evento) condiciona la ocurrencia de una operación. En este caso, el hecho de que cualquiera de los dos eventos mencionados puedan gatillar la función se representa por medio del símbolo lógico *xor* (ó exclusivo: uno o el otro, pero no ambos). Al ejecutarse la función *Procesamiento cotización cliente*, obtiene información de la base de datos *Consulta*, acerca de la necesidad del cliente, genera la cotización y la registra en la base de datos *Cotización*. La actividad es responsabilidad del *Area de ventas* y gatilla dos eventos: *Cotización transmitida a cliente y cotización válida*. A su vez, éste y el evento *Recepción orden de compra con Cotización* –previa ocurrencia de ambos– generan el *Procesamiento de la orden de compra*, apoyado en las bases de datos *Cotizaciones* y *Productos vendidos* y realizado por el *Area de ventas*. A continuación sigue en el proceso: el rechazo o aceptación de la orden de compra, la entrega de productos y la emisión de la factura; estas actividades no las explicamos en detalle, dado que el esquema de modelamiento se interpreta de manera similar a lo ya expuesto.

Usando los diagramas anteriores se puede modelar cualquier proceso de una organización. En particular un proceso estimado como patrón ideal de referencia para cualquier empresa. Ideal en el sentido de que tenga incorporadas las mejores prácticas de manejo de negocios que se utilizan por empresas líderes. Esto da origen a los **modelos de referencia** que constituyen una especie de propuesta de cómo debería manejarse un cierto proceso de negocio para una situación específica; por ejemplo, satisfacción de pedidos de productos en una empresa que vende de stock o manejo del recurso humano en una situación de empleo estable y baja rotación. Estos modelos constituyen un punto de partida para una empresa que quiere rediseñar sus procesos y apoyarlos

computacionalmente, y le permiten utilizar el conocimiento acumulado –envasado en modelos de referencia– de varias empresas que anteriormente han enfrentado la misma tarea. Por lo tanto, evitan tener que partir de cero para elaborar un rediseño absolutamente particular y los correspondientes apoyos de TI.

A partir de los modelos de referencia se pueden generar modelos de procesos adaptados a las particulares características de una empresa. Para ello se cuenta con herramientas de *software* que permiten configurar los modelos de procesos –junto con otros elementos complementarios, como estructura de la organización, modelos de datos y clases de objetos–, a partir de los modelos de referencia, de acuerdo a las particulares necesidades de una empresa. Este *software* permite también la generación de prototipos computacionales para visualizar el funcionamiento del proceso antes de su implementación y la generación de los programas computacionales que definitivamente se requerirán para apoyar el proceso diseñado.

Los modelos de referencia se pueden considerar como arquitecturas tipo –en el sentido de que proveen espacios de posibilidades– de las cuales uno puede partir para diseñar un proceso particular. También se pueden interpretar como modelos o teorías de cómo un cierto proceso de negocio debería operar, internalizando dentro de ellos estructura organizacional, prácticas de trabajo, apoyos computacionales, reglas del negocio –políticas, procedimientos, algoritmos de toma de decisiones y de cálculo– y mecanismos de coordinación que ligan a las diferentes actividades del mismo. O sea los modelos de referencia son una visión sistémica de un proceso de negocio. Ahora bien, si interconectamos todos los procesos de negocios de una empresa –como lo hacen los proveedores de modelos de referencia y *software* asociado– tenemos un modelo o teoría sistémica de cómo una empresa, en un determinado rubro y con particulares características, **debería** operar.

Los modelos de referencia, al estar basados en mejores prácticas que han sido validadas por múltiples empresas, aseguran que los resultados de la implementación de modelos derivados de ellos –con los consiguientes apoyos computacionales– son de una calidad garantida. Por supuesto, esto asume una implementación rigurosa de las ideas de los modelos de referencia, una competencia técnica para llevarlos a la práctica y la colaboración de los operadores de los procesos para actuar de acuerdo a los diseños establecidos. La experiencia mundial de miles de empresas que han implementado tales modelos –actualmente se venden varios miles de millones de dólares al año de *software* y consultoría asociada a los modelos de referencia– señala que estas condiciones no son difíciles de cumplir y que el enfoque es absolutamente factible. Deberíamos decir, sin embargo, que hay historias de fracasos asociadas al uso de modelos de referencia, particularmente por la dificultad técnica asociada al modelamiento y configuración del software de apoyo, y errores en el manejo del recurso humano que operará un proceso.

Si bien los modelos de referencia y *software* asociado son un producto desarrollado por empresas comerciales, hay unos pocos intentos académicos que van en la misma dirección. El más relevante de éstos es el del Manual de Procesos, en desarrollo por un grupo en MIT [18]. Este consiste en un intento de clasificación y estandarización de procesos que ocurren en diversos tipos de empresas. El enfoque es, en este caso, el de identificar las operaciones que ocurren en tales procesos y establecer para ellas –bajo diferentes supuestos y condiciones– mejores prácticas, a partir de un masivo trabajo de recopilación de información en muchas empresas. La idea de uso del Manual de Procesos es, entonces, seleccionar las operaciones –y mejores prácticas asociadas– relevantes para un proceso particular y sintetizar, a partir de ellas, el proceso requerido, utilizando

mecanismos apropiados de coordinación entre tales operaciones. El manual tomará la forma de un sitio Web desde donde se podrá sintetizar los procesos para una empresa en particular.

Otro desarrollo conexo a la idea de modelo de referencia es el esfuerzo del OMG (*Object Management Group*) –consorcio que une a muchos proveedores de hardware y software líderes– por definir un lenguaje unificado de modelamiento de software y procesos de negocios (UML: *Unified Modeling Language*), a partir de diversas propuestas de muchos autores [10]. Este lenguaje, del que existe una primera versión, permitiría modelar en forma estandarizada tanto procesos de negocios como los apoyos de software a éstos, lo cual permitiría, en principio, tener modelos de referencia en un esquema ampliamente aceptado y no particular de un proveedor comercial específico. Todavía no hay suficiente experiencia con este lenguaje, particularmente en modelamiento de procesos, como para asegurar que la idea anterior es viable.

3. MODELAMIENTO DE PROCESOS

3.1. Una arquitectura genérica para procesos

Para darle rigurosidad al rediseño de procesos –compatible con los estándares de las ingenierías tradicionales– se requiere una metodología de modelamiento que vaya más allá de un método de diagramación de procesos, como el de la Figura 2.2. o el que propone UML. Idealmente, debiera haber una teoría subyacente que identifique los componentes fundamentales de cualquier proceso y sus relaciones genéricas. Tal modelo debiera servir como arquitectura básica a partir de la cual se puedan derivar instancias que representan procesos específicos. Presentamos, a continuación, una arquitectura con las características enunciadas, que tiene relación con una serie de trabajos previos del autor, los cuales incluyen una justificación profunda de tal arquitectura, conocida como **modelo de regulación** [4, 5, 6]. Aquí sólo hacemos una derivación informal del mismo.

Como ya dijimos, un proceso es un conjunto de actividades íntimamente interrelacionadas que existen para generar un bien o servicio, el cual tiene un cliente interno o externo a la empresa en que opera. De aquí se puede observar que un elemento fundamental de cualquier proceso es el producto o servicio que genera; por ejemplo: un producto manufacturado entregado a un cliente externo, un servicio financiero provisto por un banco, un servicio de vuelo provisto por una línea aérea, un servicio de selección de personal realizado internamente en una empresa a un área que lo solicita, las especificaciones y prototipo de un nuevo producto realizados a pedido de gerencia, una campaña de marketing generada a petición de la gerencia comercial, etc.

Las actividades que participan en el proceso de generación de un producto o servicio se pueden diferenciar en dos clases: una que contiene las actividades que están claramente asociadas a la transformación de ciertos insumos en el producto o servicio final y otra que incluye las actividades que dirigen o regulan la transformación. Esta distinción es muy clara en empresas productivas. Por ejemplo, en la manufactura de muebles se toma como materia prima a la madera en bruto y por medio de varias operaciones de transformación y ensamblaje se generan mesas, sillas, etc., siendo tales actividades dirigidas por otras –que podemos llamar de gestión– que determinan cuándo comprar materias primas, qué producir con ellas, cuándo despachar productos terminados, etc. La diferenciación es claramente entre actividades ejecutantes que manejan recursos económicos –materiales, dinero, personal, bienes de capital– para producir un bien o servicio y actividades de toma de decisiones que dirigen o regulan, insumiendo y generando información.

En actividades de servicios es más difícil visualizar la diferenciación anterior, pero sin embargo existe. Por ejemplo, el proceso de manejo financiero de una empresa, que es un servicio, el cual opera para asegurar la disponibilidad de recursos monetarios en ella, transforma recursos disponibles como cuentas por cobrar, líneas de crédito y otras fuentes de financiamiento en pagos a los proveedores, empleados, y otros factores. Para que ello ocurra existen actividades de gestión que deciden acerca de políticas y acciones de cobranza, selección de opciones de financiamiento y a quién pagar. Asimismo, en un proceso de crédito hipotecario en un banco, la transformación consiste en tomar documentos –escrituras, títulos, tasaciones, estado de situación del cliente, etc., que pueden considerarse como recursos de información– y generar pagarés, letras y escrituras que formalizan el crédito. En este caso también existen actividades de gestión que deciden si otorgar

crédito o no, montos asociados y condiciones. Por último, un servicio de atención en un hospital “transforma” un paciente enfermo en, idealmente, un paciente sano, insumiendo varios recursos, como medicinas, pabellones, etc. Aquí las actividades de toma de decisiones son el establecer los tratamientos más adecuados, de acuerdo a un diagnóstico.

La trascendencia de la distinción entre actividades de manejo o transformación de recursos y actividades de gestión o toma de decisiones es que las primeras son el **fin último** de tal proceso, en ellas se aporta valor al producto del mismo y allí se puede medir si se cumplen o no sus objetivos. Por otro lado las actividades de gestión son un **medio** para conseguir que el manejo o transformación ocurra de la mejor manera posible.

Otra consecuencia importante de la distinción señalada es que para poder gestionar se requiere conocer el **estado** de las actividades de transformación de recursos. En situaciones simples, tal estado se conoce de manera trivial; por ejemplo, en un supermercado la venta o no venta se determina por la disponibilidad en estantería y en un taller pequeño la fabricación de un producto se decide observando la disponibilidad de materia prima in situ. Pero en empresas de alguna magnitud, existe un tercer grupo de actividades que existen sólo para registrar e informar sobre el estado de las actividades de transformación. La más tradicional de estas actividades, que existe en todas las empresas, es la contabilidad. Esta se encarga de registrar y procesar todas las transacciones asociadas al manejo del dinero para informar el estado financiero de la empresa: activos circulantes en bancos, cuentas por cobrar y otros, pasivos circulantes en cuentas por pagar y deudas de corto plazo, otros activos y pasivos, pérdida o utilidad, etc. Este estado alimenta una serie de decisiones o acciones de gestión que actúan sobre el manejo monetario; por ejemplo, activar cobranza, pedir un préstamo, pagar a un proveedor.

Todo lo dicho puede resumirse en el modelo gráfico de la Figura 3.1. En él se muestran los tres grandes grupos de actividades, representadas como funciones genéricas en la forma de rectángulos. Entre ellas existen también flujos de información genéricos que implementan las relaciones descritas en la definición de actividades. Así, *Actividades de Gestión* recibe *Información estado* de *Mantenimiento estado* y genera *Instrucciones acción* hacia *Producción y provisión bien o servicio*. El ciclo se cierra al fluir información de *Cambios de estado* desde las funciones de gestión y producción a *Mantenimiento estado*.

Existe una serie de otros flujos que completan el modelo: un flujo de *Entrada físicas* que se transforma en el *Bien o servicio al cliente*; *Requerimientos e información de clientes*, que inicia la satisfacción de una necesidad o la contestación a una consulta, lo cual genera *Información a clientes* y/o *Instrucciones acción*; *Flujo de información entre actividades*, que representa el hecho de que, en un caso específico, pueden existir muchas actividades diferentes de gestión y éstas interactuar por medio de flujos de información; *Flujo de productos o servicios entre actividades producción*, lo cual señala la posible existencia de varias de estas actividades y su interrelación por flujos físicos, diferentes de información; *Flujo de información entre actividades producción*, que señala lo mismo que lo anterior, pero para flujos de información; *Necesidades e información y control*, flujos que permiten que las actividades de producción soliciten recursos a las de gestión y entreguen información directa –no mediada por *Mantenimiento estado*– para efectos de la verificación del cumplimiento de las acciones solicitadas; *Información de otros procesos* e *Información a otros procesos*, flujos que toman en cuenta la interacción entre un proceso con los otros que existen en la empresa; y

Otros recursos, que representan el uso de medios que facilitan la ejecución de las tareas de la función, como infraestructura, sistemas computacionales, etc.

El modelo recién presentado está dibujado utilizando una técnica de diagramación que se conoce como IDEF0 [19]. Esta técnica es popular actualmente para modelamiento de procesos y está incluida en paquetes de *software* de diagramación líderes [23]. En ella las flechas de flujo tienen una interpretación diferente, dependiendo de la manera que ingresan a una caja o salen de ella. Así, las flechas que entran o salen horizontalmente a una caja corresponden al concepto habitual I/O: algo entra para transformarse en una salida; las flechas que entran verticalmente desde arriba son flujos de control, que dirigen, restringen, instruyen a las actividades de una función, entregando políticas, reglas, decisiones específicas, etc.; y las flechas horizontales, que ingresan desde abajo, son recursos que apoyan una función, pero no son parte de la transformación I/O.

Como ya dijimos, el modelo presentado es una arquitectura genérica de la cual pueden diseñarse instancias que representan situaciones o procesos específicos. Como arquitectura provee, entonces, un espacio de posibilidades, en cuanto a que las funciones y flujos presentados pueden dar origen a muchas instancias diferentes. Sin embargo, cualquier instancia debe respetar la filosofía del modelo que indica claramente cómo debe derivarse; en particular debe respetarse la estructura de componentes y relaciones [1].

3.2. Patrones de procesos

Al aplicar la arquitectura genérica en un **dominio** dado –entendiéndose por éste una cierta situación característica abstraída de muchos casos de la vida real– se pueden generar **patrones de procesos**. Estos son especies de modelos de referencia que señalan **cómo** debería ser la

estructura y funcionamiento de toda una clase de procesos que caen bajo el dominio en cuestión. Por ejemplo, se podría establecer un patrón de proceso para el dominio de *desarrollo de nuevos productos o servicios*; esto significa que generamos un modelo general de proceso que puede servir como referencia para diseñar un proceso específico para un caso particular dentro del dominio.

Para mostrar cómo hacer lo anterior en forma detallada, partimos de una clasificación de los tipos de procesos que puede tener una empresa típica, tomando después uno de éstos como dominio para generar un patrón de proceso. La clasificación se muestra en forma gráfica en la Figura 3.2, utilizando la misma técnica de diagramación IDEF0 de la Figura 3.1. Esta clasificación se basa en la experiencia de múltiples empresas que han intentado explicitar "todos" sus procesos [14]. Estas empresas han llegado a definir un número de procesos de entre diez y quince. Sin embargo, nosotros pensamos que éstos pueden agruparse en sólo cuatro tipos de los que llamamos **macroprocesos**, debido a su alto grado de integración y agregación. El más importante de éstos es el que representa la cadena integral de valor de la

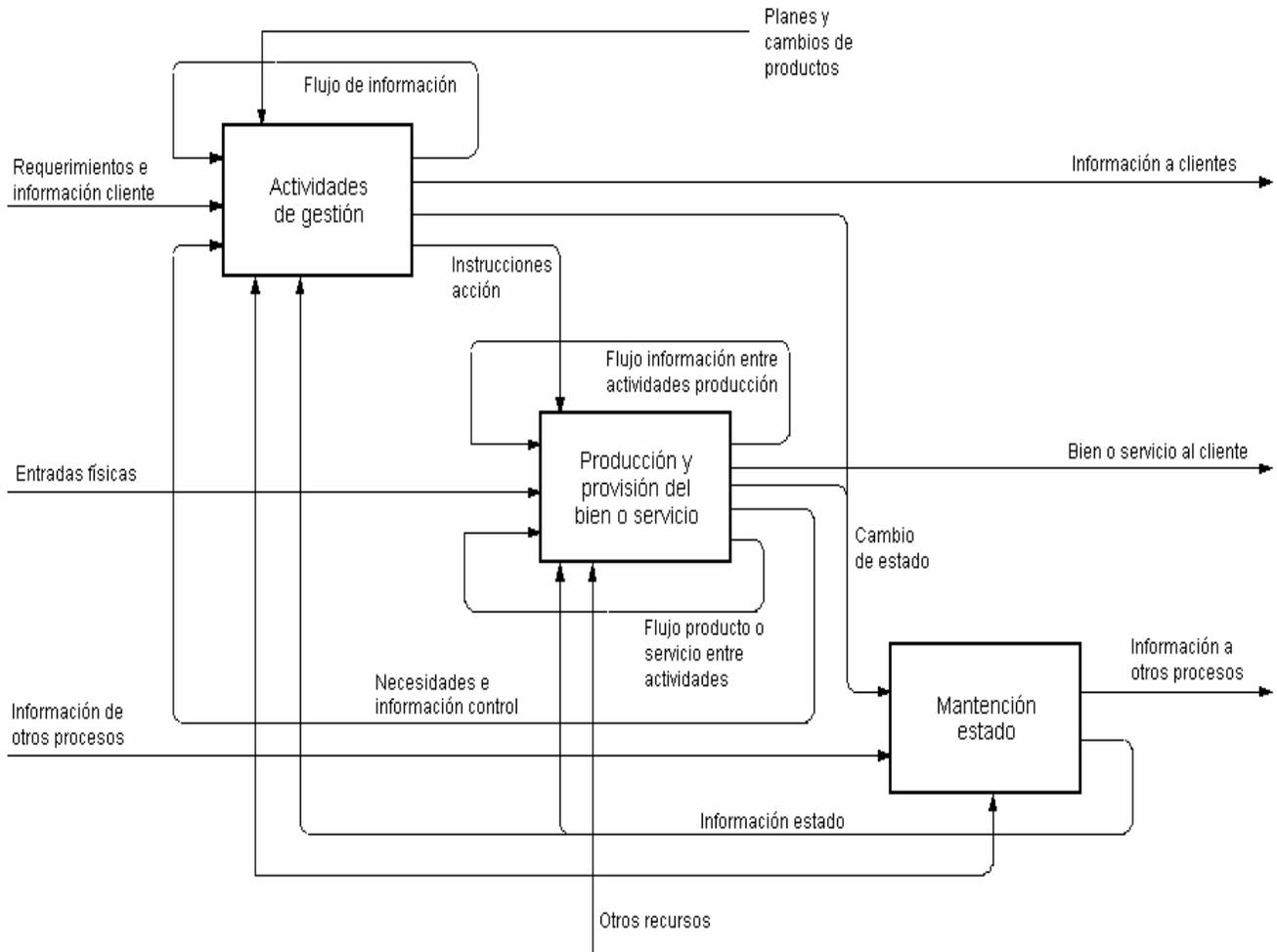


Figura 3.1. Modelo general de proceso

empresa –llamado, en nuestro diagrama, *Gestión, producción y provisión del bien o servicio*– desde que llegan requerimientos de los clientes, pasando por la obtención de factores ofrecidos por proveedores, producción del bien o servicio, hasta la entrega del mismo. En este macroproceso está la clave de la existencia de una empresa y el origen de sus ventajas competitivas. Como lo veremos en detalle más adelante, puede particionarse en procesos más pequeños, los cuales podrían manejarse en forma independiente en algunos casos.

Los otros macroprocesos son evidentes y tienen que ver con la gestión del cambio –nuevos negocios, nuevos mercados, nuevos productos o servicios, etc.– y con apoyos indispensables en toda empresa, relativos al manejo financiero, recursos humanos, infraestructura, etc.

Los flujos genéricos que unen a los macroprocesos son también evidentes y representan las interacciones típicas que existen entre ellos.

Tomaremos el macroproceso *Gestión, producción y provisión del bien o servicio* para desarrollar un patrón de proceso detallado, que tenga como dominio al conjunto de actividades indicadas en su nombre, realizadas en cualquier empresa dedicada a ofrecer productos o servicios en un mercado. El patrón a desarrollar es **normativo** en el sentido de presentar un diseño genérico de cómo debería realizarse tal proceso en cualquiera de las empresas del dominio. El patrón proviene de la experiencia de muchos casos de rediseño de procesos en los cuales el autor ha participado, abstraída en el modelo. Además el patrón ha sido validado aplicándose a varios casos reales no incluidos en su derivación, verificándose que todos los elementos del mismo aplican en la realidad. El patrón, como se indicó previamente, no es una especificación detallada de todos los procesos particulares que conforman el dominio, sino que, más bien, un factor común que resume las cosas que comparten todos ellos, en particular la estructura de componentes y relaciones. Un proceso particular para una instancia específica del dominio podrá ser generado tomando el patrón y especializándolo al caso en cuestión.

El patrón de proceso para el macroproceso señalado se muestra en la Figura 3.3. Esta figura debe interpretarse como una descomposición o detalle de la correspondiente caja de la Figura 3.2. El está hecho siguiendo la arquitectura general de la Figura 3.1, vale decir identificando cómo los

elementos de ella se materializan en este caso particular. Concretamente, observamos que la función *Mantenimiento estado* se mantiene inalterada en el patrón; la función *Producción y provisión bien o servicio* se transforma en *Producción y entrega bien o servicio*; y las *Actividades de gestión* producen tres instancias específicas: *Administración relación con el cliente*, *Administración relación con proveedores* y *Gestión producción y entrega*.

En cuanto a las relaciones por flujos es fácil darse cuenta que los flujos de la arquitectura genérica tienen instancias en el patrón de proceso.

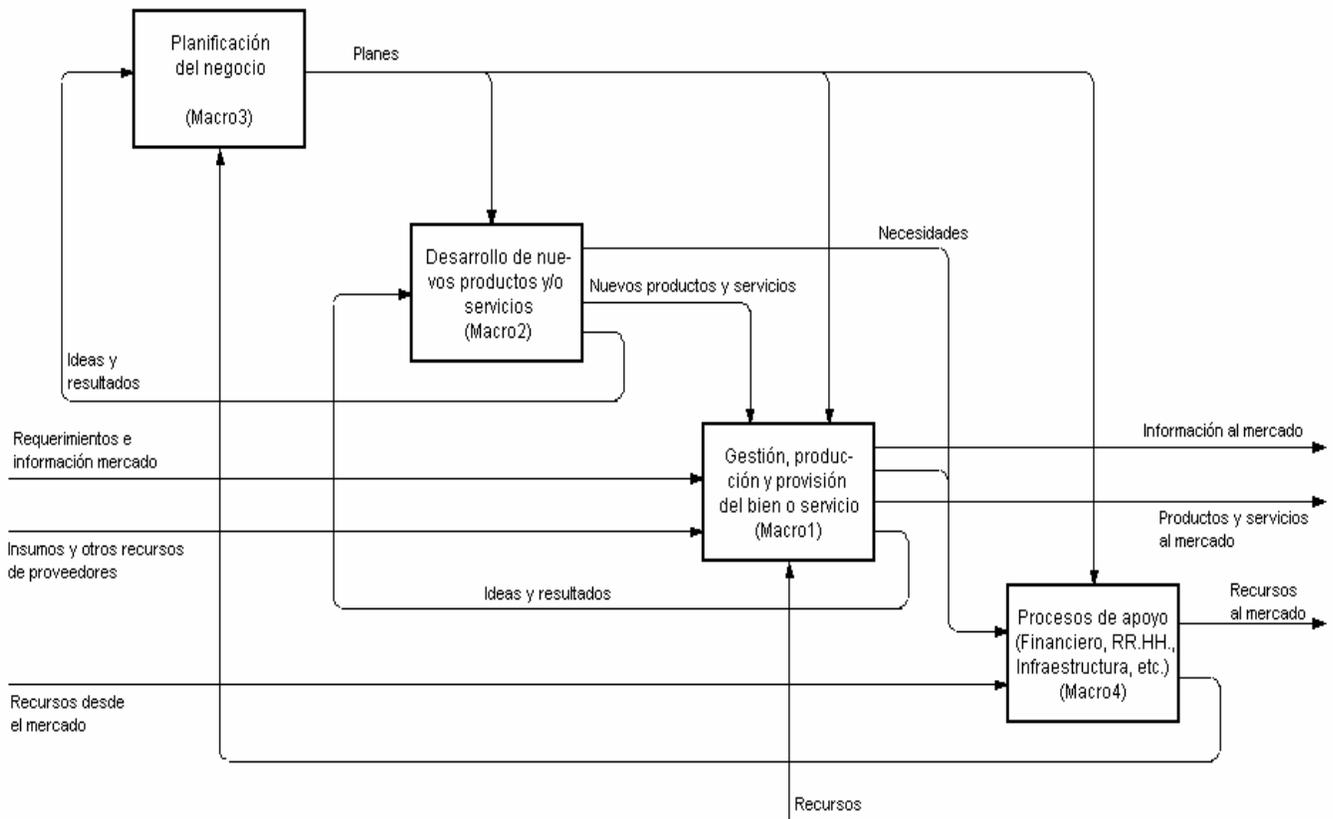


Figura 3.2. Estructura general de macroprocesos de una empresa que vende en un mercado

No intentamos aquí una descripción detallada de los elementos del patrón, ya que no es difícil entenderlos dentro de su contexto. A cambio, damos una explicación general de cómo “funciona” el patrón. Todo empieza con un evento que genera el flujo *Requerimiento e información mercado*. Este puede gatillar varias respuestas: si es un requerimiento específico se traspa a *Gestión producción y entrega*, para establecer cómo se va a satisfacer, como a *Administración relación proveedores*, en el caso de que haya que adquirir algún elemento necesario para la satisfacción; un pronóstico, que también se traspa a las funciones recién mencionadas, cuando hay necesidad de anticiparse a demandas futuras; si es una petición de información de un cliente, se genera la *Información al mercado*, la cual puede incluir también información espontánea a los clientes acerca de la oferta de la empresa; y, en cualquier caso, todas las acciones realizadas en relación a un cliente quedan registradas en *Mantenimiento estado* por medio del flujo *Cambios de estado*. Para generar todas las respuestas anteriores, *Administración relación con el cliente* cuenta con el recurso *Información estado*, que le permite saber en todo momento la situación de carga de la actividad producción, para determinar la posibilidad y fecha de satisfacción de un requerimiento y el estado de procesamiento de un requerimiento. Asimismo cuenta con *Otros recursos*, necesarios para desarrollar su tarea, y ve dirigida su acción por *Planes* que vienen de otro macroproceso.

El proceso sigue con *Administración relación con el proveedor*, el cual se preocupa de interactuar con proveedores para conseguir los factores constitutivos del producto o servicio; éste es más relevante cuando el producto o servicio se genera en forma particular para un cierto requerimiento; por ejemplo, un proyecto de consultoría que se arma recurriendo a especialistas externos a la empresa que se contratan sólo para el mismo.

A continuación, *Gestión producción y entrega*, a partir de *Requerimientos productos o servicios y pronóstico*, genera un *Plan e instrucciones producción y entrega* que le indica a la función *Producción y entrega bien o servicio* qué, cómo y cuándo producir y entregar. También genera, esta función, *Ideas cambio productos y procesos producción* que van a ser evaluadas como posibles mejoras por otros macroprocesos. Asimismo, entrega a *Administración relación con proveedores* necesidades de insumos y otros factores necesarios para llevar los planes de producción a la práctica. Esta función informa también los *Cambios de estado* y se auxilia en todo momento de la información que *Mantenimiento estado* genera respecto a la situación de los requerimientos, la producción y la entrega. Cuenta, también, con *Otros recursos* y ve su acción dirigida por *Planes y Nuevos productos y servicios*, provenientes de otros macroprocesos.

Producción y entrega bien o servicio satisface las necesidades de los clientes, generando los *Productos y servicios al mercado* a partir de *Insumos y otros recursos proveedores*, cumpliendo con las instrucciones provenientes de *Gestión Producción y entrega*, y respetando indicaciones de *Nuevos productos y servicios*. Se apoya en *Información de estado* –requerimientos, planes de producción, etc.– y *Recursos productivos* necesarios para desarrollar su labor. Informa de cualquier cambio de estado en la producción y entrega a *Mantenimiento estado* y de *Necesidades e información control*, a *Administración relación con proveedores* –necesidades puntuales de insumos, por

ejemplo– y *Administración relación con el cliente* –situación específica de un requerimiento, por ejemplo.

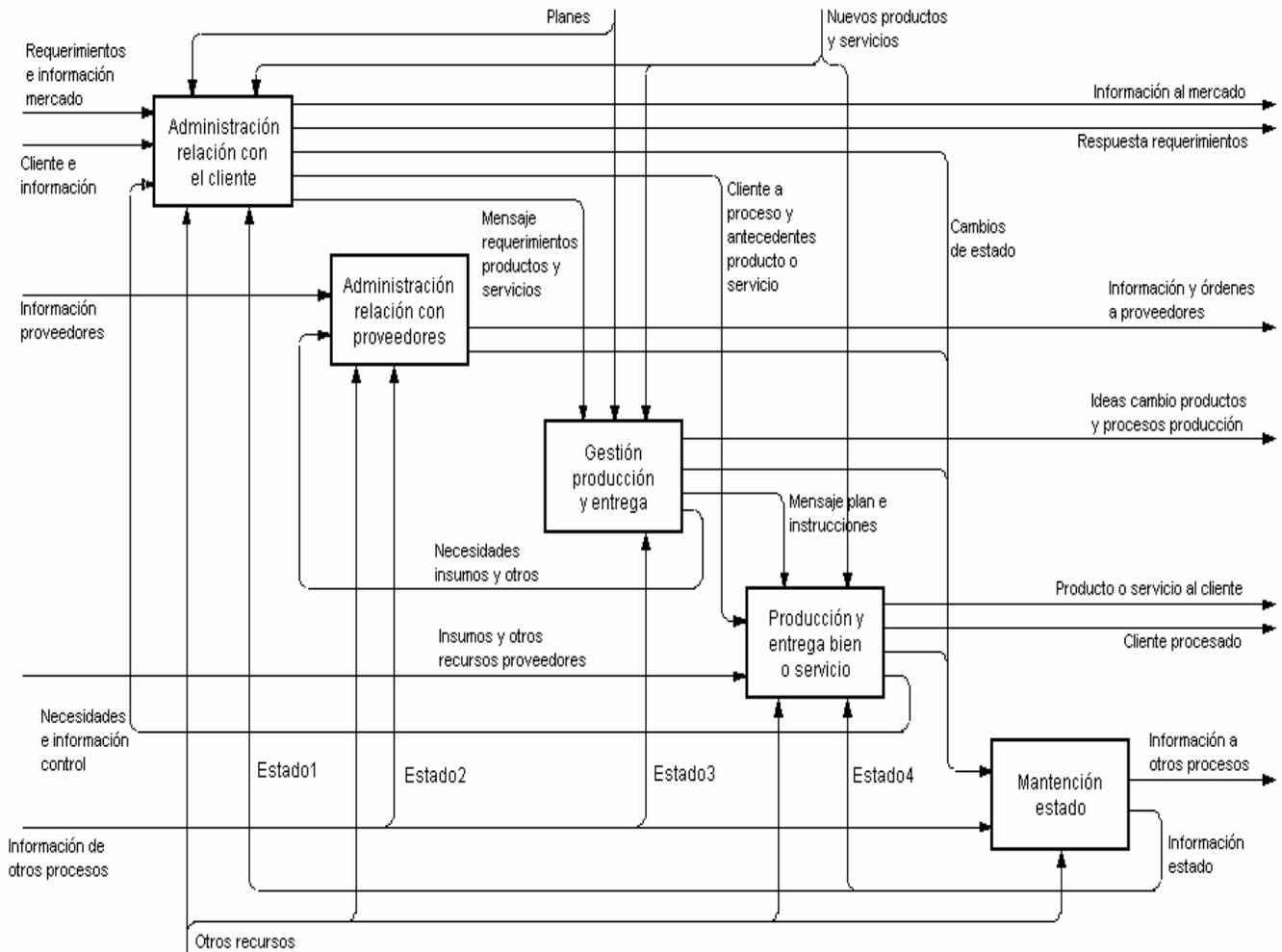


Figura 3.3. Macroproceso *Gestión, producción y provisión bien o servicio*

Por último, *Mantenimiento estado* registra la situación de todas las entidades que intervienen en el proceso: clientes, requerimientos de éstos, proveedores, relaciones con éstos, recursos productivos, etc. También recibe información de otros procesos –por ejemplo, situación de cuenta

corriente de un cliente, del proceso de manejo financiero– y entrega información a ellos –por ejemplo, información para facturar un requerimiento ya satisfecho.

Como ya dijimos, el patrón de proceso descrito establece cómo un proceso específico **debería** ser estructurado. Al nivel de detalle que hemos presentado, algunos aspectos significativos que norman un diseño específico son los siguientes.

Debe hacer una mantención consolidada o integrada –obviamente con apoyo computacional– del estado de todas las entidades relevantes al proceso y este estado debe estar disponible –posiblemente en línea– para el resto de las funciones participantes del proceso. Esto aterriza la idea de integrar proceso con tecnología y asegura que la actuación de cada una de las funciones es congruente con una visión global del estado en que encuentra el proceso y no se basa en visiones funcionales parciales típicas de la burocracia-funcional.

Otro aspecto normativo importante es que el proceso funciona a base de anticipación, en vez de responder a las presiones del minuto. Esto se ve reflejado en que existe un pronóstico de requerimiento y que se trabaja a base de planes de producción y entrega.

Además, integra en un sólo proceso las relaciones con el cliente y los proveedores, junto con la producción y entrega y su gestión, lo cual hace posible coordinar actividades que, en algunos casos, es vital que funcionen en sincronía –por ejemplo, en producción a pedido tanto industrial como en servicios–, lo cual rara vez se da en la práctica.

Por supuesto, el patrón de proceso puede detallarse para llevarlo más cerca todavía de procesos específicos, lo que significa que vamos acotando las posibilidades de especialización. Como ejemplo, en

la Figura 3.4, se muestra una descomposición o mayor detalle de la función *Administración relación con el cliente*. Notamos que las actividades de detalle se hacen más específicas y, nuevamente, aparece el elemento normativo en cuanto a diseños específicos de estructura y relaciones. Así, por ejemplo, aparece *Marketing y análisis mercado* como una actividad fundamental que inicia acciones *-Información al mercado-*, genera requerimientos, y, asimismo, está permanentemente analizando el comportamiento de éstos para tomar medidas correctivas cuando sea inadecuado; por ejemplo, si bajan las ventas, iniciar campañas de marketing. También es importante la aparición de la función *Decidir satisfacción requerimientos*, la cual formaliza ciertas actividades que ocurren en varias unidades de una empresa y que participan en la decisión de si procesar o no un requerimiento. También es resultado de experiencias con buenas prácticas, que, al tomar esta decisión, se tenga a la mano toda la información de estado del cliente y de las actividades de producción, para que ella tenga base en cuanto a que el cliente es confiable y que se va a poder satisfacer responsable-mente su necesidad. Por último, cabe mencionar que en *Ventas y atención al cliente*, cualquier consulta del cliente va a tener una respuesta precisa, por contarse en todo momento con el *Estado de Procesamiento requerimientos*.

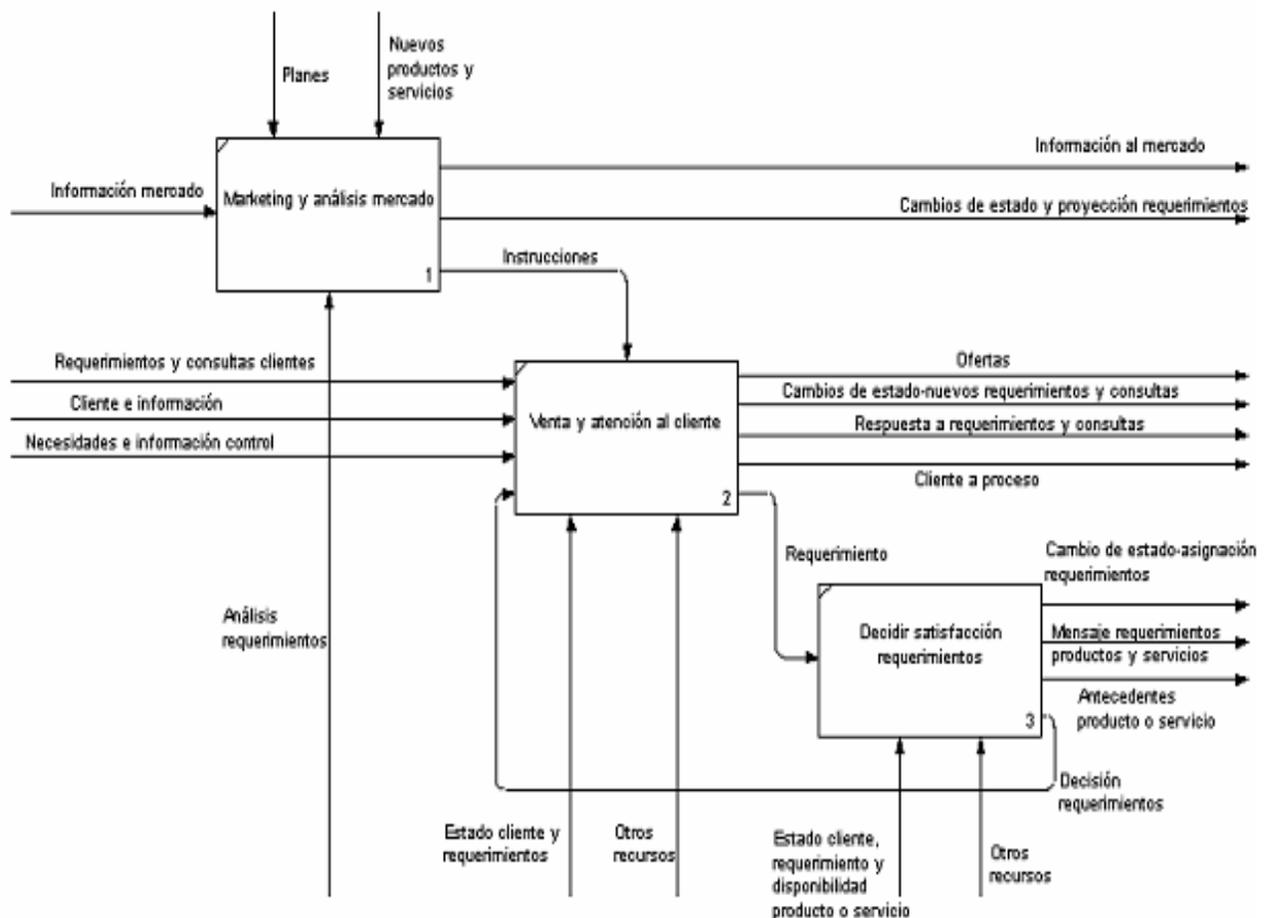


Figura 3.4 Detalle de Administración relación con el cliente

1.1.1.1. Los patrones de procesos se detallan especificando el contenido de cada uno de los flujos –al nivel de atributo– y la lógica –llamada lógica del negocio: políticas, reglas, algoritmos, etc.– que rige la realización de cada una de las funciones de los diagramas. Para ello se utiliza un diccionario y técnicas formales, como lenguaje estructurado, diagramas de transición entre estados y otros [10].

3.3. Especialización de patrones

Es al nivel de detalle del ejemplo de patrón de la Figura 3.4, que se produce la especialización a un caso particular. Ilustraremos la idea tomando este patrón y adaptándolo a un caso real de

servicio de soporte de *software*. En este caso una empresa provee el servicio de atender consultas de clientes respecto a los problemas de operación con un paquete de *software* específico. La especialización de *Administración relación con el cliente*, a partir del patrón de la Figura 3.4, se muestra en la Figura 3.5. Allí, se ve, de manera bastante directa, cómo cada función y flujo se particulariza. Así, *Marketing y análisis mercado* se especializa a *Publicidad y análisis ventas*, vale decir ejercer acciones de publicidad en medios especializados para promover el soporte, procesar información de nuevo *software* a soportar y analizar comportamiento de las ventas para tomar acciones de publicidad o de refuerzo de la atención; *Ventas y atención clientes* se especializa a *Atención al cliente*, que consiste en tomar los requerimientos, registrarlos y rutearlos para su satisfacción, recibiendo también los datos de nuevos clientes y consultas a responder, accediendo a *Estado procesamiento requerimientos*; *Decidir satisfacción requerimientos* se especializa a *Decidir soporte*, basado en estatus del cliente y carga de trabajo de los especialistas que realizarán la tarea, informando de la decisión a *Atención al cliente* y registrando la asignación a un especialista.

4. MODELAMIENTO Y DISEÑO DEL SOFTWARE

4.1. Modelo de datos asociado a un proceso

Los patrones de procesos presentados en la sección anterior consideran explícitamente mantener computacionalmente el estado de las entidades que participan en la producción del bien o servicio que origina un proceso. Esto implica desarrollar un modelo de tales entidades basado en datos. Tal modelo juega el papel de una simulación, en el sentido de que los estados que refleja el modelo son una fiel representación de lo que ocurre o ha ocurrido –si se mantienen datos históricos– en la realidad. Por supuesto, el modelo es funcional a los fines que persiguen las actividades de gestión, que actúan a base de los estados representados por el mismo. Esto significa que los modelos de las entidades pueden ser derivados a partir de las salidas que genera la función *Mantenimiento estado* del modelo de proceso (ver Figura 3.3), ya que éstas existen para alimentar a las funciones de gestión. La derivación se puede realizar utilizando una técnica hoy día muy difundida llamada modelamiento entidad/relación (E/R) [22].

El modelamiento E/R parte identificando las entidades a representar. Esto se puede hacer en forma muy directa a partir del modelo del proceso. En efecto, tanto los recursos que se manejan en la producción del bien o servicio –objeto del proceso– como las salidas de la función *Mantenimiento estado* permiten una rápida identificación de ellas. Así, el bien o servicio producido y los recursos que se utilizan en su producción son las primeras entidades a representar en el modelo, como, asimismo, los clientes que los solicitan. Por ejemplo, productos que se fabrican y mantienen en stock, materias primas utilizadas en su manufactura, clientes que compran los productos, proveedores de las materias primas, servicios ofrecidos, clientes que los solicitan, actividades que participan en la generación del servicio y su situación de carga de trabajo, etc.

Las entidades se representan por medio de atributos, que son las características que interesa conocer para alimentar a las actividades de gestión. Así, por ejemplo, de un producto puede interesar conocer su código, nombre, cantidad en stock, precio, etc; de un cliente, su RUT, nombre o razón social, dirección, antecedentes financieros, etc; de un proveedor, su RUT, nombre o razón social, dirección, productos que ofrece, etc; de un servicio, su código, nombre, características, condiciones de venta, etc; de una actividad participante en la producción, su código, descripción, capacidad de procesamiento, carga actual, etc.

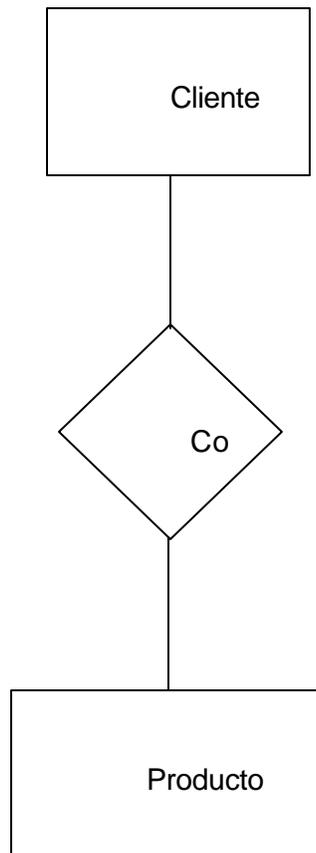
Las entidades, caracterizadas por atributos, dan origen a **instancias** que son materializaciones particulares de ellas, al tomar los atributos valores específicos; por ejemplo, un producto particular, un cliente específico, un proveedor, etc. Estos valores específicos son los **datos** que se mantienen en **archivos** o **bases de datos** para muchas instancias particulares de las entidades; por ejemplo, una base de datos de clientes. Las entidades no son independientes: existen **relaciones** entre ellas, las cuales reflejan interacciones que se producen entre las mismas en la realidad: un cliente compra productos; un proveedor vende insumos; un producto es procesado por un cierto número de actividades, etc. Esto se representa por medio de diagramas en modelamiento E/R, en los cuales se utilizan rectángulos para representar las entidades –vale decir, el conjunto de sus instancias– y conectores entre ellos, para reflejar las relaciones; por ejemplo, el diagrama de la Figura 4.1 representa la relación genérica entre las muchas instancias de la entidad *Cliente* con las muchas de *Producto*. En el diagrama hemos utilizado una de varias posibles representaciones para mostrar la relación: el rombo en el conector entre ambas entidades y las letras m y n representan el hecho que muchas instancias de esa entidad están relacionadas con muchas de la otra entidad participante; por ejemplo, muchos productos pueden ser comprados por un cliente y un producto puede ser comprado por muchos clientes; o sea, una relación de *muchos a muchos* o m:n. Por supuesto, también existen posibles relaciones 1:n, n:1 y varias otras entre entidades. La

relación se explicita más aún por medio de un nombre que se asocia al rombo de un conector; por ejemplo, un *Cliente compra Producto*. El modelo se complementa con la definición de los atributos que describen cada entidad; por ejemplo los atributos de las entidades en la Figura 4.1 podrían ser :

2.1.1. CLIENTE = RUT CLIENTE + NOMBRE O RAZÓN SOCIAL + DIRECCIÓN + TELÉFONO + FAX + ...
Producto = código producto + nombre producto + precio + unidad de venta +

1.2 FIGURA 4.1. EJEMPLO SIMPLE MODELO E/R

El hecho de tener patrones de procesos genera la posibilidad de plantear patrones de modelos E/R



derivados de los primeros. Esto es, la definición de entidades genéricas, válidas para cualquier especialización de un patrón de proceso, con atributos y relaciones también genéricas. El valor

de estos patrones E/R es el mismo de los patrones de procesos; es decir, partir con un modelo ya elaborado –que refleja buenas prácticas de negocios y de modelamiento, al estar construido sobre experiencia previa– para especializarlo a una situación particular, en vez de partir de cero.

En la Figura 4.2 se muestra un patrón E/R derivado del patrón de proceso de la Figura 3.3, que pretende ser general en cuanto a ser válido para cualquier especialización de éste. En el diagrama hemos utilizado alguna nomenclatura adicional como sigue: la relación *ISA* (*is a* en inglés) significa que ciertas entidades son especializaciones de otra y comparten todos los atributos de ésta; la relación *compuesto de* señala que ciertas entidades son una descomposición de las características de otras y, por lo tanto, pueden tener una o más instancias por cada instancia de la descompuesta; y la relación recursiva *contacto trabaja en* señala que algunas personas son empleados y desempeñan el papel de contacto, en una cierta razón social. Los atributos asociados a las entidades principales del patrón E/R podrían ser:

	Persona natural o jurídica	=	RUT + nombre o razón social + ...
	Producto o servicio	=	código producto o servicio + descripción producto o servicio +
	Cliente	=	Prioridad + límite crédito + saldo cuenta corriente + estatus deuda + ...
	Proveedor	=	Nivel de servicio + saldo acreedor + ...
	Proceso productivo	=	código unidad productiva + descripción unidad productiva + estatus unidad productiva + ...
	Requerimiento	=	nº requerimiento + fecha llegada +

Situación financiera = detalle cuentas corriente + protesto sistema financiero +
...

A las relaciones también pueden asociársele atributos, particularmente las m:n o las recursivas; por ejemplo, la relación recursiva *Contacto trabaja en* puede tener los siguientes atributos:

Contacto trabajo en = cargo + teléfono + fax + dirección electrónica + ...

Esto significa que ciertos pares RUT persona natural–RUT persona jurídica tienen los atributos señalados, los cuales caracterizan a una persona que trabaja en una empresa y que es contacto para comprar o vender.

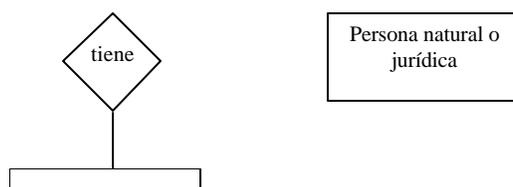
Así como la especialización del patrón de proceso debe ser hecha particularizando y detallando funciones y flujos –dando, en particular, los datos específicos que cada flujo debe contener– la especialización del patrón E/R se hace detallando o agregando a los atributos de la Figura 4.2, aquéllos que son particulares de la situación en cuestión; así, por ejemplo, si se trata de un caso particular de venta de productos de stock, a la entidad *Producto o servicio generado* del modelo E/R de la Figura 4.2 debería agregarse los atributos stock disponible, stock comprometido, etc.

4.2. Programas de aplicación de apoyo a un proceso

Un patrón E/R no sólo tiene consecuencias en cuanto resumir experiencia y facilitar el desarrollo de un modelo para un caso particular, sino que también tiene consecuencias en cuanto a hacer posible una generación automática de, a lo menos, parte de los programas computacionales de apoyo al proceso. Para ello existen dos enfoques: el de Sistemas Administradores de Bases de Datos Relacionales (SABDR) y el Orientado a Objetos (OO) [8].

Los SABDR –y las herramientas que los apoyan– son paquetes de software que permiten almacenar los datos de las instancias de las entidades de los modelos E/R. Para poder hacer esto, los modelos se someten a un procedimiento formal –matemáticamente fundado– de **normalización** que da origen a las llamadas **tablas relacionales**, que son las que se almacenan [22]. Tal como su nombre lo señala, estas son tablas de datos en las cuales las columnas son atributos de una cierta entidad y las filas representan una instancia particular de una entidad, con valores específicos de los atributos. Los SABD comerciales tienen herramientas que realizan esta normalización en forma automática, a partir de un diagrama E/R y los atributos de cada entidad de éste; además crean, también, automáticamente las tablas resultantes en el SABDR, de tal manera que se está en condiciones de poblar la base de datos por medio de ingresar datos específicos para las instancias de las entidades representadas en las tablas.

Para completar el apoyo computacional a un proceso por medio de un SABDR, sólo resta diseñar los programas computacionales que –a partir de los datos almacenados en las tablas– generen las salidas de la función *Mantenimiento estado* del modelo del proceso, que alimentan a las funciones de gestión. Para diseñar y construir –vale decir, codificar– tales programas, existen también herramientas de software –particulares de un SABDR o genéricas– que facilitan esta labor. Así, si se trata de programas que sólo formatean datos existentes en las tablas con, posiblemente, algunos cálculos elementales, ellos se pueden generar automáticamente –generación de código– con una mera especificación gráfica de la salida en cuestión. Para otros programas –con cálculos y algoritmos complejos– existen también generadores de código más sofisticados o se puede recurrir –en último término– a un lenguaje común de programación; por ejemplo, Cobol o C.



La OO parte también de un modelo E/R, pero, en vez de tablas y programas computacionales que las explotan, define **clases de objetos**, las cuales son paquetes unitarios de datos y programas. Por ejemplo, la clase *Cliente* contiene los datos de las instancias de la entidad *Cliente* más todos los programas –llamados métodos, en este caso– necesarios para hacer uso de estos datos: un método para crear y/o actualizar un cliente, otro para emitir un informe del estado de clientes y un último para darle servicio a otra clase que usa datos de clientes; esta podría ser una clase *Producto*, que contiene los datos de los productos, con una referencia a los clientes que les compran, y tiene métodos de creación/actualización y generación de un informe de productos y los clientes que los compran. De este ejemplo queda claro que las clases interactúan o colaboran por medio de intercambios de información a través de **servicios**, lo cual se representa por medio de un diagrama como el de la Figura 4.3.

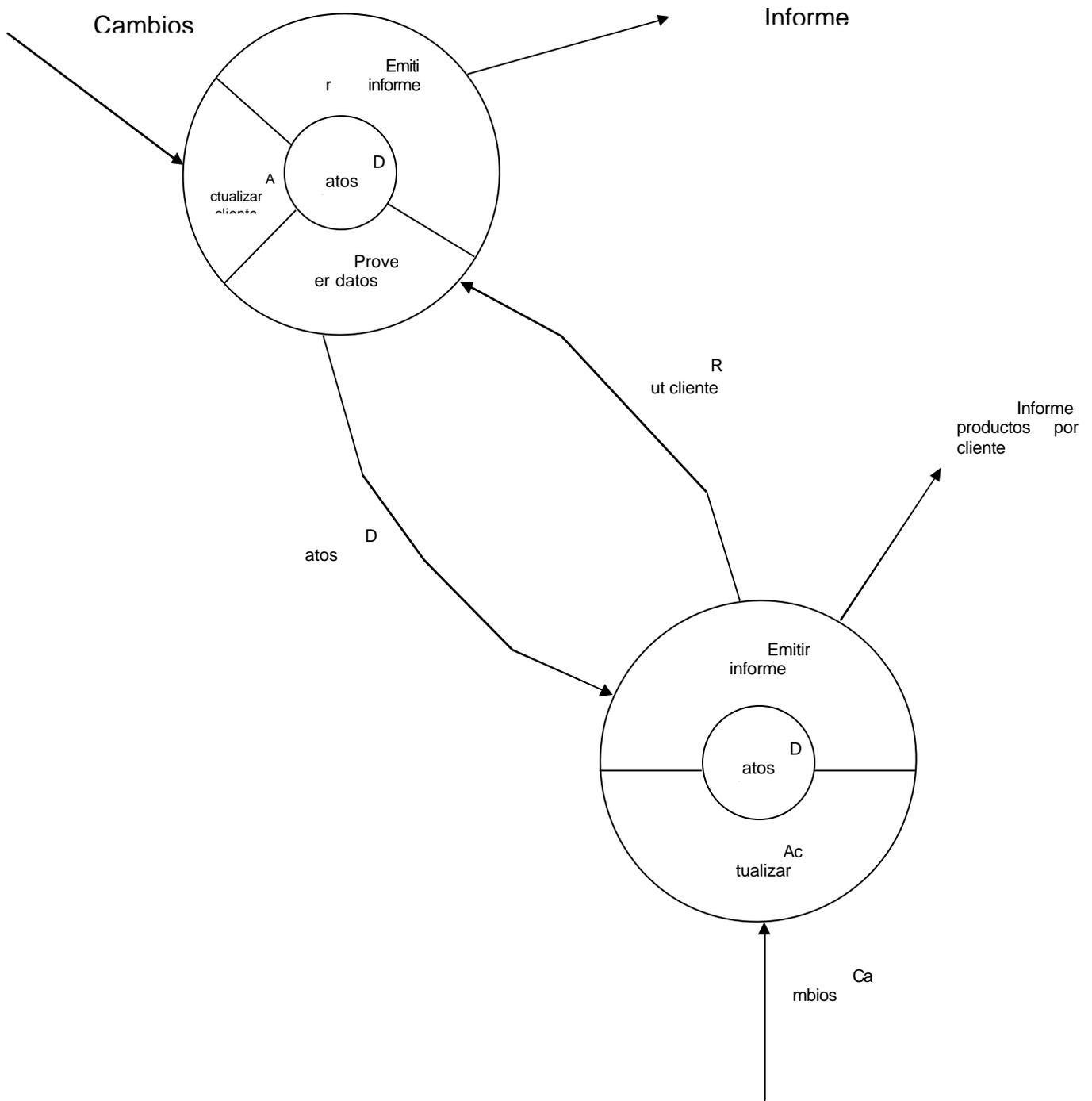
También existe software OO que apoya el diseño, creación y explotación de clases y que facilita la construcción de apoyos computacionales a procesos, basados en este enfoque.

La diferencia fundamental entre los enfoques presentados reside en la separación de datos y programas –en SABDR– en contraposición a su unificación en OO. Esta diferencia tiene consecuencias trascendentales en términos de facilidades de diseño y programación, reuso de programas, construcción a partir de componentes preexistentes y otros factores, en todos los cuales la OO tiene ventajas.

En los enfoques presentados es posible que tanto los datos como los programas residan en varios computadores conectados en red, a pesar de la representación centralizada que usamos en los diagramas de procesos para la función *Mantenimiento estado*; vale decir ésta también puede

replicarse –o distribuirse, como se denomina en la jerga técnica–, dando la posibilidad de que ciertas tablas –en SABDR– o clases –en OO– residan en variados equipos. Una instancia particular muy popular de esta idea son las aplicaciones cliente/servidor (C/S), en las cuales ciertos datos y programas pueden estar en un servidor –un equipo centralizado de cierta magnitud con un sistema operativo multitarea– y otros en un cliente –habitualmente un PC con Windows. Algunos de los programas que se pueden distribuir naturalmente a computadores cercanos a los usuarios, son aquellos que ejecutan alguna lógica o algoritmo complejo que permite automatizar –a lo menos, parcialmente– algunas de las funciones de gestión. Por ejemplo, en la Figura 3.4 aparece la función *Decidir satisfacción requerimiento*, la cual puede ser realizada, en muchos casos, por medio de un algoritmo –que puede originarse en heurísticas prácticas, reglas de producción en un sistema experto, análisis discriminante, etc.– generando un programa computacional que se alimenta de los datos de la entidad *Cliente* contenidas en *Mantenimiento Estado*. Otras posibles fuentes de algoritmos, para implementar programas distribuidos de apoyo a funciones de gestión, son la Investigación Operativa, las redes neuronales, la lógica difusa, la inteligencia artificial, etc.

Los enfoques presentados –SABDR y OO– constituyen la tecnología estado del arte hoy día existente para construir *software*. La OO es mucho más nueva y se encuentra en una fase de introducción, no estando claro todavía si complementará o reemplazará a los SABDR.



1.3

1.4

FIGURA 4.3. EJEMPLO SIMPLE DE CLASES Y SUS INTERACCIONES

El propósito de describir someramente los enfoques anteriores es mostrar que –con tecnología existente y no propietaria, a diferencia de los modelos de referencia y *software* asociado– es posible tener patrones predefinidos de datos y programas, los cuales se pueden especializar a una situación particular y, con herramientas de software estándares, generar automáticamente una parte importante del código computacional necesario para apoyar un proceso.

5. CONSECUENCIAS

De lo expresado en las secciones previas se derivan ciertas consecuencias que tienen un potencial revolucionario desde el punto de vista de la práctica de la gestión y la construcción de apoyos computacionales a ésta.

5.1. Prácticas de negocios diseñables

En primer lugar, hay más regularidad en las prácticas de gestión de los negocios que lo que la mayoría de los gerentes aprecia, particularmente en las mejores prácticas utilizadas por las empresas líderes. Estas prácticas son diseñables –a partir de la experiencia de muchas empresas– y envasables en modelos de referencia o patrones de procesos, los cuales pueden ser reutilizados por muchas empresas, usándolos como punto de partida para diseñar procesos específicos para una empresa particular. Estos modelos de referencia o patrones de procesos constituyen experiencia y conocimiento acumulado, que facilitan la transmisión de prácticas exitosas de negocios, reduciendo el alto costo fijo asociado al rediseño y cambio en la gestión de empresas. Con esto pueden desaparecer las ventajas competitivas asociadas a una mejor gestión con apoyo computacional, de la cual hoy día disfrutaban sólo los líderes, produciéndose una igualación relativamente rápida entre las diversas empresas en un cierto sector. Por

ejemplo, si una empresa del sector alimentos compra procesos y apoyos computacionales envasados –como está sucediendo en Chile– y con esto mejora sus procesos y gestión, sus competidores pueden optar por el mismo tipo de tecnología e igualarse en un tiempo relativamente corto.

Lo anterior implica que la vieja idea de diseñar las prácticas organizacionales –en general, parcialmente exitosa– se ha vuelto una realidad, con el agregado de que tal diseño es sistémico y no necesita partir de cero, sino que se puede realizar a partir de conocimiento envasado. Sólo cabría matizar esta afirmación diciendo que ella es válida, sin duda alguna, en procesos operativos de empresas en mercados de productos estandarizados muy competitivos, que aspiran a la excelencia operacional [21]. Por ejemplo, ya se dijo que empresas como Mc Donalds, Dell, Herz no pueden ser viables sin procesos operativos diseñados, estandarizados, replicables –entre diferentes ubicaciones de la empresa– y con gran apoyo computacional, todos los cuales tienen, además, una estructura similar. Otros procesos con más participación humana creativa o procesos operativos en empresas que compiten sobre otra base –mejores productos o intimidad con el cliente [21]– pueden ser más difíciles de diseñar y llevar a patrones comunes. Pero, la oferta de modelos de referencia y apoyos computarizados incluye estos casos y muchas empresas los están utilizando, lo cual apoya la factibilidad del enfoque.

5.2. Una nueva profesión: Ingeniería de Negocios

La creación y utilización de modelos de referencia o de patrones de procesos genera una nueva profesión con características ingenieriles, que podemos llamar Ingeniería de Negocios. Esta profesión emergente será la generadora de un nuevo cuerpo de

conocimientos asociados a la gestión de empresas que es, al mismo tiempo, teoría y práctica de funcionamiento organizacional, utilizable por cualquier empresa. Este cuerpo de conocimientos, –internalizado en patrones de procesos y software– debidamente utilizado por los Ingenieros de Negocios, evitará a las empresas tener que improvisar –como habitualmente ocurre todavía– cuando se trata de innovar en las prácticas de gestión para conseguir un mejor funcionamiento.

El Ingeniero de Negocios será un cruce entre los Ingenieros Industriales o Comerciales y los Ingenieros en Computación; vale decir, deberá tener un dominio tanto de la gestión como de las Tecnologías de la Información para poder llevar a la práctica los patrones de negocios que son una mezcla de gestión y *software*.

Los Ingenieros de negocios participarán en un nuevo mercado, hoy día incipiente, cual es la externalización de procesos. Esto significa que ciertos procesos serán entregados por una empresa a una organización externa de servicio –especializada en ellos– que los ejecutará con prácticas y tecnología estado del arte. Esto ya se da en países desarrollados en procesos como administración de corredoras de propiedades, logística, administración de recursos humanos y de pronóstico de demanda.

5.3. Mejoras en el desarrollo de sistemas

Por otro lado, el enfoque presentado en este documento resuelve un tradicional problema de desarrollo de sistemas de información con apoyo computacional. Este es que tales sistemas no satisfacen los requerimientos de los usuarios, se demoran mucho tiempo en desarrollarse, son poco confiables y fallan con frecuencia. Partiendo de modelos de procesos y apoyos

computacionales predefinidos –basados en la experiencia de muchas otras empresas– se definen requerimientos en forma explícita, se reduce el desarrollo, se elimina el riesgo de falla y se eliminan errores por medio de la generación automática de código. Es por esto que muchas empresas grandes –que históricamente construían sus sistemas con el enfoque tradicional, a de partir de cero y a la medida– están optando por paquetes *world class*. Entre ellas se cuentan empresas líderes en el segmento computacional, como Compaq y Hewlett Packard.

5.4. Dependencia de los proveedores

Una consecuencia potencialmente negativa del enfoque de este documento es que la oferta de productos que permiten su implementación práctica, es cerrada. Esto significa que las empresas que compran esta tecnología en la forma de paquetes *world class* se involucran con un producto propietario que los hace dependientes de un solo proveedor. Una de las pocas ventajas de algunas de las tecnologías más tradicionales es que es fácil cambiar de proveedor salvando la inversión en diseño y software, la cual se elimina con estos paquetes. Un modelo de referencia de un proveedor y el software de apoyo es único de ese proveedor. Sin embargo, es posible utilizar el enfoque descrito en las Secciones 3 y 4, el cual es independiente de proveedores específicos de *hardware* y *software*. El ha sido desarrollado utilizando métodos y herramientas de gran aceptación, soportados por múltiples *software*. O sea, hemos presentado un procedimiento viable que muestra cómo partir de patrones de procesos y llegar a la generación de *software* de apoyo, sin tener que comprar *software* propietario. La pregunta que queda es ¿de dónde viene el acervo de conocimientos y los resultantes patrones de procesos, más allá de los ejemplos presentados en la Sección 3?. Aquí mi propuesta es de colaboración, particularmente entre empresas de tamaño mediano

y pequeño que no pueden afrontar los costos de los paquetes *world class*. El catalizador de este tipo de colaboración debe ser una universidad o un centro de investigación que recopile el conocimiento de muchas empresas y lo codifique en patrones de procesos y de modelos E/R libremente utilizables, al estilo de lo que está tratando de hacer MIT, pero adaptados a la realidad de nuestro país. Un primer intento en esta dirección será mi próximo libro que codificará en patrones de procesos la experiencia de muchos proyectos en áreas tan disímiles como manufactura, bancos, hospitales, servicios públicos, servicios de comunicación, etc.

5.5. Impacto en el recurso humano

Por último, pero no por eso menos importante, volvemos a plantearnos el problema humano en el diseño e implementación de procesos. Aquí la consecuencia, en una primera lectura, es que el enfoque propuesto es mecanicista y subordina el individuo a la rutina del proceso. Esto, que es cierto para los procesos que llamamos de excelencia operacional, no es necesariamente una condición imperativa del enfoque, ya que un patrón de proceso puede ser concebido, por necesidad inherente de ciertas situaciones, como colaborativo y con alta autonomía por parte de las personas que participan en el mismo, como en el ejemplo del desarrollo de nuevos productos que mencionamos anteriormente. Además la especialización de un patrón tiene la opción de definir –según las circunstancias– los grados de libertad y de participación que tendrán los individuos dentro de un proceso. También al trabajarse con un patrón de proceso explícito y un diseño derivado del mismo –entendible por cualquier persona– se facilita el diálogo para consensuar la manera en que un proceso operará y los estilos de participación del recurso humano.

REFERENCIAS

1. Alexander, C. *The Timeless way of Building*. Oxford University Press, 1979.
2. Astley, W.G. y A.H. Van de Ven. Central Perspectives and Debates in Organization Theory. *Administrative Science Quarterly* 28, p. 245.1982.
3. Barros, O. *Investigación Operativa/Análisis de Sistemas*, Vol. II: Modelos. Editorial Universitaria, 1982
4. Barros, O. Modeling and Evaluation of Alternatives in Information Systems. *Information Systems* 16, p.137. Pergamon, 1991.
5. Barros, O. Requirements Elicitation and Formalization Through Case-Supported External Design and Object-Oriented Specification, en *Proceedings of the Sixth International Workshop on Computed-Aided Software Engineering*. IEEE Computer Society, 1993.
6. Barros, O. Object-Oriented Case-Supported Development of Information Systems. *Journal of Systems and Software* 24, p. 95. Elsevier Science, 1994.
7. Barros, O. *Reingeniería de Procesos de Negocios: Un planteamiento Metodológico*, 2ª edición. Dolmen, 1995.
8. Barros, O. *Desarrollo Orientado a Objetos: Sistemas de Información para la Reingeniería*. Editorial Universitaria, 1996.
9. Barros, O. *Tecnologías de la Información y su Uso en Gestión: Una Visión Moderna de los Sistemas de Información*. McGraw Hill, 1998 (en prensa).
10. Booch, G., J. Rumbaugh and I. Jacobson. *Unified Modeling Language User Guide*. Addison Wesley, 1997.
11. Cohen, K.J. y R.M. Cyert. *Theory of the Firm: Resource Allocation in a Market Economy*. Prentice Hall, 1965.
12. Currau, T. y G. Keller. *SAP R/3 Business Blueprint: Undersanting the Business Process Reference Model*. Prentice Hall, 1998.
13. Cyert, R.M. y J.C. March. *A Behavioral Theory of the Firm*. Prentice Hall, 1963.
14. Devenport, T.H. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Harvard Business School Press, 1992.
15. Dean, J. *Managerial Economics*, Prentice Hall, 1951.

16. Fayol, H. *General and Industrial Management*. Sir Issac Pitman, 1949.
17. Grant, E.L. y W.G. Ireson. *Principles of Engineering Economy*. The Ronald Press Company, 1960.
18. Malone, T.W., K. Crowston, J. Lee y B. Pentland. Tools for Inventing Organizations, Towards a Handbook of Organizational Processes en *IEE Workshop on Enabling Technologies Infrastructure for Collaborative Enterprises*. IEEE Press, 1993.
19. Ross D.T. Structured Analysis: A Language for Communicating Ideas. *IEEE Transactions on Software Engineering* SE-3, p. 16, 1997.
20. Taylor, F.W. The Principles of Scientific Management en *Scientific Management*. Harper & Row, 1947.
21. Treacy, M. y F. Wiersema. *The Discipline of Market Leaders*. Addison-Wesley, 1995.
22. Ullman, J.D. *Principles of Database and Knowledge-Base Systems, Volume I*. Computer Science Press, 1988.
23. Visio. Using Visio Professional. Visio Corporation, 1997.
24. Weber, M. The *Theory of Social and Economic Organizations*. The Free Press of Glencoe, 1964.