

RESUMEN

El propósito de esta tesis es proponer una arquitectura para la construcción de sistemas que sean una síntesis de los actuales módulos de parametrización de los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) y de los Sistemas Basados en el Conocimiento, en particular de los Sistemas Inteligentes de Tutorización y de los Sistemas de Ayuda Inteligentes, así como una metodología de creación de contenidos procedimentales soportados por dicha arquitectura.

La utilidad de tal sistema se justifica en la necesidad de dotar a los sistemas ERP actuales, utilizados en el amplio espectro empresarial, de cierta inteligencia, y de ciertos mecanismos de formalización, estructuración y modelización de los procedimientos de parametrización, dado que este proceso es uno de los principales factores de éxito en la implantación y uso de un sistema ERP.

Vamos, primeramente, a analizar el estado actual de los sistemas de gestión empresariales, en concreto los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), y sus necesidades en el contexto de la nueva economía, sus avances y sobre todo sus limitaciones. Haremos lo mismo con algunos sistemas clásicos de Inteligencia Artificial y de Gestión del Conocimiento, en particular con los Sistemas de Ayuda Inteligente y los Sistemas Inteligentes de Tutorización. A partir de dichos estudios trataremos de señalar su posible aplicación en el ámbito de la estrategia empresarial aplicada a la parametrización de sistemas ERP.

Para empezar propondremos una arquitectura modular del sistema que incluya una serie de funciones y características fundamentales, a continuación se definirán los componentes necesarios, las relaciones entre ellos y el flujo de información interno y con agentes externos, como los usuarios del sistema propuesto y el propio sistema ERP a implementar.

Definiremos una metodología para crear unas bases interactivas de conocimientos que incluyan por un lado reglas sobre conocimientos propios del dominio que tratemos (parámetros y funcionamiento del sistema ERP), y por otro reglas de gestión empresarial (estrategias e índices de calidad) basadas en la realización previa de una taxonomía empresarial. De esa forma transformaremos los conocimientos de expertos y manuales (lenguaje natural) en conocimientos formalizados que sean fácilmente interpretables por un sistema informático y fácilmente comprensible por consultores ERP y trabajadores y directivos de empresas de todo tipo de sectores.

Como ilustración de la arquitectura y metodología propuestas mostraremos un prototipo aplicado a un sistema ERP real y muy extendido y a un tipo de empresa representativa de un importante sector, en el que se han utilizado técnicas y herramientas presentadas y analizadas en esta tesis.

Expondremos a continuación las conclusiones y trabajos futuros relacionados con los temas tratados, resaltando entre ellas la importancia y novedad de la aplicación de sistemas inteligentes en el entorno de definición de la gestión empresarial y de la construcción del conocimiento estratégico de manera formalizada, verificable, interactiva y poco costosa. Entre los trabajos futuros y líneas de investigación abiertas destacaremos la necesidad de creación de diversas taxonomías empresariales y diversos criterios de calidad que guíen al asistente propuesto de forma personalizada y la ampliación del marco metodológico a otras áreas y actividades.

Incluiremos finalmente las fuentes documentales (referencias bibliográficas y sitios web) en las que se inspira este trabajo, sin propósito alguno de exhaustividad, ya que nos movemos en un marco referencial sometido a cambios continuos.

1 INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En estos momentos de constantes cambios y ante una creciente competitividad en el ámbito empresarial, la capacidad de adaptarse al entorno se está convirtiendo en un factor determinante del éxito de las organizaciones. Las empresas han de ser más ágiles y flexibles con capacidad de innovar para poder reaccionar rápidamente a los cambios en el mercado y la competencia. Esta dinámica ha llevado a muchas empresas a revisar sus estrategias, algo que resulta complejo al enfrentarse a múltiples procesos de negocio y sistemas de información heterogéneos y carentes de agilidad y capacidad de respuesta. Analizando esta situación parece que integrar los sistemas de información y alinearlos con la estrategia empresarial es necesario para mantenerse en este nuevo entorno.

Por otro lado, se demuestra como fundamental en el éxito empresarial el acceso eficiente a la información sobre el negocio. En la toma de decisiones los responsables de las empresas necesitan acceder y analizar diferentes tipos de información. Pero en la práctica no siempre los sistemas que deben ofrecer esos datos son los más adecuados. Los motivos son varios: información básica e inadecuada, ineficacia de los sistemas, cuellos de botella en la generación de información o ineficiencias en cuanto al soporte del programa de gestión informática. Se trata no sólo de que en la empresa se compartan ciertas informaciones, sino también que, con su uso eficiente, se ayude a la toma de decisiones en cualquier área en cada momento. Por ejemplo [Coughlin, 2005] determina que entre el 15% y el 30% del tiempo de los empleados que trabajan en puestos de decisión se pierde en buscar información y, finalmente, esta solo se encuentra el 50% de las veces. También [Davenport y Prusak, 1997] exponen que las personas que trabajan en puestos de dirección pasan el 17% de su tiempo (seis semanas al año) buscando información.

Finalmente, la utilización de sistemas informáticos en la empresa debe proporcionar, no solo flexibilidad e información, sino hacerlo disminuyendo la necesidad de recursos y el coste. En este entorno surgen los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) que ofrecen un enorme potencial de ahorro tangible e intangible. Entre los primeros destaca la reducción de recursos humanos necesarios y de inventario (en torno al 35%). Por otra parte, los ERP aportan un incremento a la cantidad y la calidad de información de los consumidores (65%), lo que representa un beneficio intangible muy valorado [Davenport, 2000]. Estos sistemas permiten ver y gestionar la red extendida de la empresa, sus proveedores, alianzas, y clientes como un todo integral y, entre otros beneficios, esto repercute en una mejora de la cadena de procesos, una mayor estandarización y mayor eficacia en la respuesta a los clientes. [Ross y Vitale, 2000] han estudiado más de 15 empresas que han implantado sistemas ERP y describen así los beneficios de su uso:

- ? Plataforma común e integrada;
- ? Mejora de los procesos de negocio
- ? Mayor calidad en los datos y mejora de su uso como soporte a la toma de decisiones;
- ? Reducción de los costes de operación;
- ? Incremento de la satisfacción de los clientes;
- ? Mejora de los procesos de toma de decisiones.

El número de compañías que decide implementar un ERP se está incrementando rápidamente [Granlund y Malmi, 2002]. En España, según un estudio elaborado por el grupo Penteo a finales del 2003, entre más de 300 empresas españolas con una facturación superior a 20 millones de euros, el 70% de ellas cuenta con algún sistema de ERP, y un 8% espera hacerlo en breve.

En los proyectos de implantación de sistemas ERP la definición de los procesos de negocio y las actividades de parametrización involucradas en el proceso de implementación del software son las mayores razones de insatisfacción [Berg et al., 1997]. Empresas como Baan, Peoplesoft y SAP calculan que los clientes gastan entre 3 y 7 veces más dinero en la implementación del ERP y los servicios asociados, comparados con la compra de la licencia del software. Bajo sus propias experiencias, validan que la proporción entre los esfuerzos de implementación del ERP y la compra del software es aproximadamente de 5 a 1. Con los costos del hardware y software que decrecen rápidamente, la proporción será peor. Esta alta proporción es debida al hecho de que los sistemas ERP son más ó menos fáciles de instalar, sin embargo los usuarios deben determinar que objetivos (estrategias) desean alcanzar con el sistema, como su funcionalidad puede lograrlo y como adecuar, configurar e

implementar funcional y técnicamente el sistema. Particularmente las empresas pequeñas y medianas no tienen la capacidad para contratar los consultores necesarios para una implementación eficiente de sistemas ERP. Por lo tanto, métodos, modelos, arquitecturas y herramientas apropiadas para ayudar en esta tarea se han convertido en fundamentales, ya que el éxito del uso de estos sistemas depende, en gran medida, de la fase de implantación.

La parametrización del sistema (o customizing) es la característica de los sistemas ERP que contribuye en modo determinante a la flexibilidad, utilidad y éxito de un ERP porque representa la posibilidad del usuario final de definir las características funcionales de los módulos activos, de acuerdo con la estructura de los procesos operativos y estratégicos de la empresa. Uno de los principales problemas que encontramos frente a este reto es redefinir y organizar la política estratégica de la empresa [Mucelli, 2000]. Para ello es necesaria la concurrencia de expertos de la propia empresa, en general niveles directivos, y expertos en la reingeniería de procesos de negocio y en el propio sistema ERP a implantar. Este proceso es largo y costoso ya que se debe adaptar el sistema a las reglas, lenguaje y flujos informativos empresariales. Se presenta como una necesidad la facilitación de este proceso mediante mecanismos automáticos que guíen en la parametrización utilizando como base de conocimiento la experiencia de empleados de la empresa y consultores del sistema ERP. Principalmente se aprecia esta necesidad en las pequeñas y medianas empresas que disponen de menos recursos humanos y materiales para esta larga tarea, y que, por otro lado, no necesitan estrategias especiales si no que estas pueden ser definidas conociendo el entorno y la actividad del negocio. De ahí la conveniencia de realizar un trabajo previo de clasificación empresarial, estableciendo una taxonomía que ayude a definir los parámetros de parametrización básicos para cada clase.

Por otro lado, [Markus et al., 2001] destacan como factores fundamentales en el fracaso del uso de los sistemas ERP la falta de conocimiento estructurado sobre los procesos de negocio y sobre las decisiones de parametrización tomadas en fase de implantación, la dificultad de optimizar el sistemas y la dificultad de innovación y flexibilidad en los procesos de negocio derivada del desconocimiento de las razones de la parametrización actual, de las posibilidades de su modificación y de sus consecuencias. Para paliar estas dificultades nuestra propuesta debe favorecer el conocimiento de las decisiones de parametrización realizadas y establecer la relación entre estas y las métricas de calidad establecidas para valorar el uso del sistema. Es decir, debe proponer un control de calidad continuo, de forma que se realice una revisión constante de la parametrización inicial del sistema para adecuarse a los cambios y tender siempre a la excelencia.

En este mundo empresarial, cada vez más complejo, es necesario utilizar los recursos humanos, materiales e informáticos de forma eficiente. Los sistemas basados en la inteligencia artificial se muestran como una ayuda incomparable en este sentido, ya que los humanos y los sistemas inteligentes tienen habilidades que se complementan, pueden apoyarse y ejecutar acciones conjuntas. De ahí que la propuesta de esta tesis implique el uso de un sistema inteligente que ayuda al humano en su tarea, sin prescindir de la capacidad de este para percibir, razonar y actuar. En el entorno empresarial el uso de la inteligencia artificial no está muy extendido y, en concreto, aunque hay algunos trabajos sobre el uso de los sistemas ERP, no se ha utilizado en el proceso de su parametrización.

De entre los diferentes tipos de sistemas inteligentes nuestra propuesta, por sus características, debe basarse en aquellos cuya principal propiedad es el potente cuerpo de conocimientos que acumulan y como diferencian entre los conocimientos sobre el problema y los conocimientos sobre como resolver el problema. Para que se comporten inteligentemente, además de poseer conocimientos fieles a la realidad deben ser capaces de utilizarlos eficientemente al realizar inferencias. Los sistemas basados en reglas son los más comúnmente utilizados para realizar estas inferencias. Su simplicidad y similitud con el razonamiento humano, han contribuido a su popularidad en diferentes dominios. Estas características y su arquitectura básica deben ser tenidas en cuenta para la construcción de un sistema con capacidad de asistencia inteligente para la parametrización en el marco de los sistemas ERP. Este marco cumple con las características que deben tener los dominios apropiados para los sistemas de producción, que son las siguientes:

- ? La tarea que se intenta resolver puede verse como un conjunto de transiciones de un estado a otro;
- ? Conocimiento amplio, incompleto o no muy bien definido;
- ? Los procesos pueden representarse como un conjunto de acciones independientes;
- ? Razonamiento basado en reglas que necesitan heurísticas para lidiar con información compleja y/o incompleta;
- ? Eficiencia en dominios limitados en su campo de aplicación.

Estas características concuerdan con el dominio de parametrización de un sistema ERP aplicado a la consecución de objetivos estratégicos empresariales, en el que:

- ? Intervienen personas diversas con conocimientos incompletos sobre el dominio;
- ? El dominio está restringido a su ámbito de aplicación;
- ? Las tareas a realizar por los expertos pueden representarse utilizando procedimientos formales basados en condiciones/acciones;

- ? El resultado final puede representarse como la evolución desde el estado inicial del sistema ERP impersonal hasta la obtención de un sistema ERP personalizado, pasando por diferentes etapas.

Resumiendo lo anterior, los sistemas empresariales ERP proporcionan una plataforma de tecnología en la que las organizaciones pueden integrar y coordinar sus principales procesos internos de negocios. Lo básico es entender que cada organización tiene unas necesidades distintas y que el ERP y su parametrización dependerán de estas necesidades. Por ello, como un ERP no es una solución tipo, las soluciones válidas para unas organizaciones pueden no ser válidas para otras, siendo fundamental para el éxito de la empresa la parametrización adecuada. Actualmente el proceso de parametrización de un ERP requiere dedicación total por parte de un equipo de trabajo que deberá estar integrado por los líderes empresariales y por expertos consultores ERP. En la práctica esta tarea resulta lenta y con alta probabilidad de error, ya que en grandes sistemas los parámetros a considerar pueden ser muchos, en algunos casos repetitivos y dependientes de parámetros anteriores y en otros resultado de un extenso conocimiento tanto de la realidad particular de cada empresa, como del funcionamiento procedural del ERP elegido. Dicho conocimiento es difícil de conjugar en el mismo equipo. Se hace necesario encontrar un sistema que guíe la realización de esta tarea de forma inteligente, evitando la probabilidad de errores y disminuyendo el tiempo de implantación.

Por otro lado, desde el punto de vista de ingeniería, la mayor parte del trabajo requerido para construir sistemas inteligentes, está basado en el desarrollo de adecuadas representaciones de conocimiento y sus correspondientes estrategias de manipulación. No se puede manipular conocimiento a menos que esté adecuadamente representado. Es parte fundamental en la obtención de un sistema inteligente de ayuda en la tarea de parametrización de sistemas ERP utilizar una metodología de creación, almacenamiento y utilización de conocimiento procedimental, que es aquel conocimiento compilado que se refiere a la forma de realizar una cierta tarea (el saber como hacerlo).

Por último es necesario encontrar un sistema que guíe de forma inteligente, a través de los conocimientos procedimentales, el proceso de parametrización de los sistemas ERP. En el entorno de la formación se han desarrollado los llamados Sistemas Inteligentes de Tutorización, que pretenden guiar a través de un conocimiento modelado ofreciendo a cada usuario la posibilidad de un proceso de enseñanza individual y particularizado, y, los Sistemas de Ayuda Inteligentes, que dan soporte a la ejecución y el uso de aplicaciones informáticas. Estos sistemas funcionan para dominios muy restringidos, pero podemos utilizar su arquitectura aplicándola a un área totalmente distinta, la parametrización de sistemas ERP particularizada para cada organización y su propia estrategia empresarial.

Así pues, estamos en condiciones de determinar, como punto de partida que justifique el desarrollo de este trabajo, la siguiente proposición:

La investigación objeto de esta tesis se justifica en la creciente necesidad de dotar de inteligencia a los procesos que parametrizan los sistemas ERP, y en la inexistencia de metodologías que permitan generar con cierta facilidad procesos de negocio, con un nivel aceptable de formalización y estructuración en la representación de los conocimientos.

El sistema resultante de la arquitectura que vamos a proponer, y que podríamos denominar Asistente Inteligente para la Parametrización de Sistemas ERP, se propone dotar a los procesos tradicionales de parametrización de estos sistemas de la flexibilidad y capacidad de orientación a cada estrategia empresarial de la que carecen, añadiendo de este modo una dimensión dinámica y flexible a la gestión individual.

Podemos esperar los siguientes beneficios:

- ? Dotar de cierta inteligencia el proceso de parametrización de los sistemas ERP, evitando la probabilidad de errores y disminuyendo el tiempo de implantación.
- ? Guiar y proporcionar información sobre las decisiones estratégicas empresariales que influyen en la parametrización del sistema y sobre las preferencias y la situación actual de cada empresa implementadora.
- ? Mejorar el rendimiento del sistema ERP, cuyos resultados están íntimamente ligados a su parametrización, mediante un proceso de calidad que mida los resultados y retroalimente al sistema para guiar al usuario en la modificación de la parametrización.
- ? Obtener una estructura de parametrización que permita una carga automática directa sobre el sistema ERP, de forma que no sea necesario esperar a que el sistema está instalado para realizar la parametrización, sino que estas dos fases pueden realizarse en paralelo y así disminuir el tiempo total de implantación.

1.2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito primordial de este trabajo es el que sigue:

Crear un asistente de parametrización de sistemas ERP que aúne las funcionalidades de los sistemas de parametrización actuales con funcionalidades dotadas de cierta inteligencia en la ayuda y tutorización de procedimientos, estableciendo así mismo el marco metodológico adecuado para la creación de contenidos procedimentales, estructurados y formalizados, soportados por dicho sistema.

La consecución de este objetivo principal se lleva a cabo a través de otros objetivos que podríamos considerar como subordinados a este. Proponemos, pues, los siguientes como objetivos concretos:

- ? Proponer una **arquitectura** para la construcción de un módulo con capacidad de asistencia o tutorización para la parametrización en el marco de los sistemas ERP. Dicha arquitectura, basada en los Sistemas de Ayuda Inteligente y en los Sistemas Inteligentes de Tutorización, debe responder a la problemática de la parametrización de los sistemas ERP y mitigar las carencias encontradas en el uso de sistemas inteligentes en el ámbito de esta tesis. Finalmente, asegurar el cumplimiento de las propiedades de una arquitectura efectiva: reutilizable y exportable; compacta y flexible; abstracta; bien documentada.
- ? Articular el **proceso de creación de contenidos** procedurales mediante la utilización de un método de trabajo explícito. Detallar las bases teóricas y prácticas con las que trabaja el método definido y la justificación de su uso, así como asegurar la utilización de herramientas y estándares extendidos en el ámbito empresarial e ingenieril. Establecer las fases de trabajo para la obtención, formalización y validación del conocimiento que utiliza el asistente inteligente, basado en el modelado de reglas y redes semánticas. Especificar una nomenclatura para nombrar e identificar las diferentes entidades participativas en todo el proceso, así como sus relaciones.
- ? Estudiar las **taxonomías de estrategias empresariales** existentes y analizar las diferencias más significativas entre los tipos de estrategia identificados. Como consecuencia de este estudio, proponer una taxonomía propia para esta tesis cuyo objetivo es agrupar las diferentes empresas, posibles utilizadoras

de sistemas ERP, según la estrategia empresarial que guíe el uso de dicho sistema y, por tanto, su parametrización.

- ? Realizar un **control de calidad continuo**, de forma que el asistente inteligente proponga la revisión constante de la parametrización inicial del sistema para adecuarse a los cambios y tienda siempre a la excelencia. De este modo la gestión de la calidad permanente propuesta en esta tesis formará parte de un proceso de mejora continua en un ámbito de la actual gestión empresarial flexible.

Hemos descrito los objetivos del asistente inteligente propuesto en esta tesis, a continuación expondremos las bases teóricas con las que trabaja:

- ? El uso de una taxonomía empresarial que ayude al asistente a definir de forma inteligente parámetros y condiciones de las reglas de producción del dominio que faciliten la consecución de la estrategia empresarial.
- ? La aplicación de una técnica para el modelado de procesos de entre las varias existentes, que formalice los procesos de parametrización del sistema ERP y que ayude la construcción de las redes semánticas;
- ? La utilización de reglas de producción del tipo condición/acción/condición que se relacionen entre sí formando redes semánticas y su representación, utilizando una adaptación de la misma técnica para el modelado de procesos anterior;
- ? El uso de un conjunto de criterios e indicadores de calidad que formen una métrica de calidad a utilizar en la evaluación del uso y los resultados del sistema ERP implantado y que ayuden al asistente inteligente en su retroalimentación.

Los objetivos, tanto arquitecturales como metodológicos, que nos proponemos alcanzar se encuentran en línea con las actuales investigaciones y trabajos sobre la utilización de los ordenadores como ayuda al conocimiento procedimental y a la gestión de los procesos de negocio en todas sus fases. Nuestra propuesta contribuye a la definición de un marco avanzado de dicha utilización y para ello el desarrollo de la investigación se ha determinado mediante distintas fases y técnicas que se exponen a continuación.

En primer lugar, se ha establecido la situación actual de los dos pilares básicos de este trabajo: el desarrollo y evolución de los Sistemas Basados en el Conocimiento en el ámbito empresarial, en concreto, los Sistema de Ayuda Inteligente y los

Sistemas Inteligentes de Tutorización, y los sistemas ERP como gestión de estrategias empresariales y, en concreto, el proceso de su parametrización. Se han analizado las deficiencias y necesidades en el ámbito de los objetivos de esta tesis y se ha desarrollado una arquitectura que completa las de los sistemas inteligentes estudiados, adaptándola al escenario de los procesos de parametrización existentes en los sistemas ERP. Para ello se han seguido los siguientes pasos:

- ? Dar una visión global del sistema y de sus relaciones con agentes externos al mismo.
- ? Definir un estilo de representación basado en estándares ya existentes que facilite su interpretación y proporcione uniformidad en su presentación.
- ? Definir los componentes del mismo, la función de cada uno de ellos y sus interconexiones.
- ? Explotar los módulos del sistema en otros diseños arquitecturales que contengan submódulos con sus funciones y sus relaciones.
- ? Identificar de forma separada las funciones propias de cada componente de cada submódulo y la información que recibe y que envía a otros componentes o agentes externos.
- ? Adaptar las nomenclaturas existentes hasta conseguir una propia que permita una identificación clara de todos los elementos.

A continuación, se establecen las bases metodológicas, las herramientas y las técnicas en las que se basa el asistente para cumplir sus objetivos y se detalla su aplicación para la construcción (obtención, formalización y validación) del conocimiento de los módulos definidos en la arquitectura. Las fases metodológicas que se han definido son:

- ? Análisis lingüístico. Se parte del conocimiento de los expertos en diversos formatos y se modela en forma de diagramas EPC (Event-driven Process Chains). Estos diagramas deben representar el proceso de parametrización del sistema ERP mediante eventos y funciones, además añadiremos a las funciones que realizan directamente parametrizaciones del sistema los parámetros a definir en cada una extraídos del modelo de datos del sistema ERP representado mediante una herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering). También se modela la posible información explicativa adicional de cada elemento creado.

- ? Adaptación y validación. Los diagramas EPC que forman el modelo EPC se implementan en la herramienta ARIS. Para ello debemos adaptar el modelo obtenido a las normas de esta herramienta y definir el control de errores a realizar. Este paso es importante, no solo por la utilización de un soporte informático para la representación, sino también por el aseguramiento de la calidad de los modelos que nos proporciona.
- ? Formalización. Se exporta la información útil de la herramienta ARIS y se formaliza cada modelo y cada diagrama mediante el lenguaje estándar descriptivo XML. De esta forma pasaremos de un soporte gráfico difícilmente procesable a través de herramientas informáticas a un lenguaje estándar de definición.
- ? Transformación. Se transforma la información obtenida en lenguaje XML a reglas de conocimiento relacionadas entre sí formando una red semántica y se asocia a las funciones o conclusiones de las reglas la información sobre los parámetros y la información explicativa adicional.
- ? Análisis estratégico. A través de los procesos, funciones y estrategias de cada clasificación de la taxonomía desarrollada, e, incluso, de cada usuario individual o colectivo, se establecerán a priori condiciones de las reglas y valores de ciertos parámetros que obligarán a seguir un camino de la red semántica.
- ? Métricas de calidad. Mediante el conocimiento experto se formalizarán criterios de calidad y sus valores aceptables y óptimos para cada clasificación de la taxonomía desarrollada e, incluso, para cada usuario colectivo. Se asociará cada criterio con una función, una regla de conocimiento y la parte de la red semántica o subdominio a la que pertenece.

Finalmente, para validar y demostrar la aplicación real del trabajo desarrollado en esta tesis, se aplicarán la arquitectura y metodología diseñadas a un prototipo que genere los contenidos procedimentales necesarios y guíe en el proceso de parametrización del sistema R/3 de SAP. El sistema elegido, R/3 de SAP, es uno de los sistemas mundiales líderes en implantaciones ERP. El ámbito funcional del prototipo se establecerá en uno de los procesos más utilizados en cualquier sistema ERP, la gestión de la cadena de suministro, o supply chain, y, en concreto, en la parametrización de la planificación de necesidades de material. Para completar el prototipo se estudiará este subproceso para un tipo importante de estrategia empresarial, dentro de la taxonomía creada para esta tesis, las empresas de producción y venta del sector de telecomunicaciones.

1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Este documento, en el que se recoge el trabajo desarrollado, consta de seis capítulos y tres anexos, cuya estructura y contenido se resume a continuación.

El **Capítulo 1** incluye la motivación y justificación de la investigación que se ha realizado, los objetivos a conseguir y los medios utilizados para alcanzarlos y finaliza con la descripción de la estructura del trabajo.

El **Capítulo 2** establece la situación actual de los dos pilares de este trabajo: los sistemas de gestión empresarial y los sistemas inteligentes. Primero define el marco funcional del trabajo, es decir, la gestión empresarial junto con una taxonomía de estrategias empresariales que ayuda a clasificarlas según su finalidad y sus necesidades de gestión y conocimiento. A continuación presenta una aproximación histórica de los diferentes tipos de sistemas de información para la gestión empresarial, detallando uno de ellos: los Enterprise Resource Planning o ERP, estudiando su funcionamiento, arquitectura, objetivos, el valor añadido que aporta tras su implantación en una empresa y el problema de su parametrización, cuya solución establece el punto de partida de esta tesis. Por otro lado, da una visión general de la Inteligencia Artificial y los Sistemas Basados en el Conocimiento y analiza dos tipos especiales de SBC, los Sistemas de Ayuda inteligente (IHS o Intelligent Help System) y los Sistemas de Inteligentes de Tutorización (ITS o Intelligent Tutoring System), sistemas ambos que comparten objetivos con el planteado en esta tesis. En concreto destaca, entre los IHS aquellos dirigidos a aplicaciones informáticas y entre los ITS aquellos orientados al conocimiento procedimental. Continúa repasando el uso de los sistemas inteligentes en el ámbito empresarial y, finalmente, como conclusión, relaciona la situación actual expuesta con el sistema propuesto en esta tesis y las ventajas que este puede aportar.

El **Capítulo 3** plantea, en el ámbito de la parametrización de los sistemas ERP, una solución basada en un sistema inteligente que mitiga las carencias encontradas en el uso de dichos sistemas en el ámbito de este trabajo. En primer lugar realiza una propuesta arquitectural que presenta los distintos módulos que componen el sistema, sus funciones, las relaciones entre ellos y la información que contienen y que intercambian. A continuación establece una propuesta metodológica que detalla las bases teóricas y prácticas con las que trabaja el sistema y la justificación de su uso: desarrolla una taxonomía empresarial en el ámbito de las estudiadas en el Capítulo 2, describe la técnica elegida para el modelado de procesos comparándola con las existentes, define la utilización de las reglas de producción en redes semánticas y su representación y estudia las métricas de calidad utilizadas en la implantación de

sistemas ERP que ayudan a retroalimentar el asistente. En concreto, define la formalización de la información y su validación utilizando herramientas y estándares muy extendidos, como la técnica EPC, el lenguaje XML y las herramientas CASE y ARIS. Finalmente detalla las fases metodológicas desarrolladas para dotar de contenido a los distintos módulos que forman la arquitectura, es decir, realizar la obtención y formalización de la base de conocimientos del dominio, de métricas de calidad y de usuarios.

El **Capítulo 4** desarrolla un prototipo basado en el asistente inteligente propuesto en esta tesis, aplicado al sistema ERP SAP R/3. En primer lugar encuadra el ámbito del prototipo: el sistema SAP R/3, el proceso de la cadena de suministro o supply chain y el subproceso de parametrización de la planificación de necesidades de material. A continuación establece las características particulares de este subproceso para un tipo de empresa de telecomunicaciones, elegida dentro de la taxonomía creada en esta tesis. Una vez seleccionado el entorno de aplicación del prototipo realiza su análisis completo siguiendo la arquitectura propuesta: modelo de datos a nivel conceptual y físico y modelo de procesos que define las funciones e interfaces del asistente. Finalmente aplica la metodología propuesta para la creación de contenidos en el desarrollo de las reglas y objetos de información necesarios para implementar el subproceso elegido.

El **Capítulo 5** contiene las conclusiones de la investigación llevada a cabo junto con la exposición de algunos posibles trabajos futuros relacionados con el tema, que podrían abordarse para continuar, completar, mejorar o aplicar el trabajo desarrollado en esta tesis.

El **Capítulo 6** contiene las referencias bibliográficas citadas a lo largo de la tesis.

Finalmente, el **Anexo I** presenta algunos ejemplos de elementos obtenidos durante la obtención del conocimiento del dominio del prototipo construido en el Capítulo 4, el **Anexo II** lista los diferentes datos que configuran el conocimiento del dominio de este prototipo y el **Anexo III** muestra un pequeño diccionario de términos relativos a la planificación de materiales, subdominio elegido para el prototipo.

2 SITUACION ACTUAL Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo comenzaremos estableciendo el marco de nuestra propuesta, la gestión empresarial, su problemática y objetivos, definiremos una taxonomía de estrategias empresariales que ayuda a clasificar a las empresas según su finalidad y sus necesidades de gestión y conocimiento. Repasaremos los diferentes tipos de sistemas de información para la gestión empresarial y su función, comenzando por una aproximación histórica. Presentaremos, con detalle, uno de estos sistemas: los Enterprise Resource Planning o ERP, en concreto estudiaremos su funcionamiento, arquitectura, objetivos y el valor añadido que aporta tras su implantación en una empresa. Para finalizar este apartado plantearemos uno de los principales factores de éxito en la implantación y uso de un ERP: el problema de la parametrización, cuya solución establece el punto de partida de nuestra propuesta. A continuación daremos una visión general de la Inteligencia Artificial y los Sistemas Basados en el Conocimiento, estudiando su arquitectura y algunas clasificaciones de estos últimos. Nos detendremos en dos tipos especiales de SBC, los Sistemas de Ayuda inteligente (IHS o Intelligent Help System) y los Sistemas de Inteligentes de Tutorización (ITS o Intelligent Tutoring System), sistemas ambos que comparten objetivos con el sistema que plantea este trabajo. Nos centraremos en el estudio de sus fundamentos, aplicaciones, difusión y arquitectura, presentando algunos ejemplos. Entre los IHS destacaremos aquellos dirigidos a aplicaciones informáticas y entre los ITS aquellos orientados al conocimiento procedimental. Repasaremos el uso de los sistemas inteligentes en el ámbito empresarial, en concreto en los campos de gestión del conocimiento, Gestión de las Relaciones con el Cliente o (CRM o Customer Relationship Management), control financiero y producción. Finalmente, como conclusión, expondremos la novedad que supone el uso de los sistemas inteligentes en el contexto de la gestión empresarial que implica nuestra propuesta y las ventajas que pueden aportar en su desarrollo.

2.1. LA GESTIÓN EMPRESARIAL. INTEGRACIÓN Y FLEXIBILIDAD

Como introducción al problema vamos a describir los cambios y los desafíos a los cuales están sometidas las organizaciones empresariales en los últimos años, cambios y desafíos que han revolucionado su gestión, causados, sobre todo, por la elevada velocidad con la que la Tecnología de la Información y las Comunicaciones ha puesto a disposición nuevos instrumentos capaces de cambiar los hábitos del consumidor y de soportar la gestión y la organización empresarial.

La empresa puede ser estudiada en el marco de la teoría de sistemas, ya que internamente es un sistema que existe dentro de otro más amplio (el ambiente). Por tanto, como todo sistema, estará formada por un conjunto de partes (funciones) y las relaciones entre ellas, orientado a un fin. La gestión empresarial consiste en organizar las partes y sus relaciones de forma eficiente para la obtención del fin propuesto en la planificación estratégica de la empresa. Las principales funciones objeto de la gestión empresarial son [Dezi, 2000]:

- ? La producción, se refiere al desarrollo de las actividades de compra y fabricación, en general la transformación de inputs en outputs (bienes o servicios) destinados al consumo final o a su utilización en otros procesos productivos.
- ? La logística, se ocupa de la gestión de los flujos físicos e informativos necesarios a la producción y la distribución de bienes o servicios y de las relaciones dentro del conjunto de la llamada cadena de suministro (supply chain)
- ? La investigación y el desarrollo (I+D), se encarga de la investigación científica y su aplicación en el entorno de la empresa y de la puesta a punto de los productos y procesos de transformación.
- ? El financiero, decide dos aspectos fundamentales: en que actividades específicas y cuanto capital se debe invertir y el modo de conseguir los recursos necesarios (financiación).
- ? El marketing, a través del cual la empresa estudia el mercado, analiza las tendencias de la demanda, la situación de la oferta, individualiza oportunidades de negocio, orienta los procesos hacia el cliente y realiza actividades de publicidad y difusión.

- ? La organización del personal, define la estructura organizativa, se ocupa de los recursos humanos (selección, formación, desarrollo) y de las relaciones sindicales y legales con el personal.
- ? La organización y el control, responsable de coordinar las decisiones estratégicas y las actuaciones operativas, en concreto es responsable de definir el buget (plan anual de reparto de funciones y objetivos entre las partes de la empresa con el fin de conseguir los objetivos estratégicos).

La globalización de la economía que afecta a todas las empresas, de todos los sectores y dimensiones, conlleva una mayor competitividad y nuevos estímulos que provocan la evolución, cada vez más rápida, de los mercados y la revisión constante de fines y medios de los modelos económicos, operativos y organizativos, es decir de la gestión empresarial. Este cambio se dirige hacia dos conceptos:

- ? la integración, que implica extender la propia organización más allá, a los suministradores y a los clientes y se interpreta como el primer paso de organización en el entorno de la nueva sociedad de la información, propuesta en todos los ámbitos;
- ? la flexibilidad, que implica una actitud de alerta frente a los cambios y una respuesta constante a situaciones imprevistas y nuevos problemas.

Estos dos conceptos unidos conducen al objetivo fijado por el Consejo Europeo en su reunión celebrada en Lisboa los días 23 y 24 de marzo de 2000. En ella tras constatar que “la Unión Europea se enfrenta a un enorme cambio fruto de la mundialización y de los desafíos que plantea una nueva economía basada en el conocimiento”, fijó a la Unión un objetivo estratégico esencial: “convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo” [CCE, 2000].

El nuevo sistema de gestión empresarial integrada debe ser un sistema de gestión abierto y flexible, capaz de adaptarse a los cambios continuos y capaz de manejar la complejidad de estímulos, a veces confusos, que se reciben del exterior. Como expone [Rifkin, 2000] “en un mundo de necesidades personalizadas, de continua innovación y de actualización constante de productos con un ciclo de vida cada vez más breve, todo envejece rápidamente: en un entorno en el que la única constante es el cambio, tener, poseer, acumular deja de tener sentido”. Algunos cambios deben ser particularmente remarcados, no solo porque aumenta la complejidad de la gestión y crea nuevos desafíos, sino porque meten en discusión, tanto en el campo académico como empresarial, la eficacia de los sistemas, procedimientos e instrumentos consolidados ([Chalmeta, 1999], [MICROSOFT, 2001], [Giachetti et al, 2004]). Podemos citar entre estos cambios:

- ? la progresiva globalización del mercado;
- ? la oferta cada vez mayor de servicios frente a productos;
- ? la calidad y el nivel de servicio como ventajas competitivas crecientes;
- ? la descentralización productiva y organizativa;
- ? la evolución tecnológica y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

En este contexto nace la necesidad de una visión integrada de la gestión que permita perseguir un único objetivo de eficacia y eficiencia en todos los procesos de negocio. El proceso se puede definir como la ordenación de las actividades en el tiempo y el espacio, con un principio y un fin y unas entradas y salidas claramente identificadas. El primer paso para conseguir este objetivo es el conocimiento profundo de los procesos de negocio de los distintos departamentos de la empresa, el siguiente es la definición de objetivos globales, medios y formas de conseguirlos, por último es necesario un cambio en las personas que deben llevar a cabo el proceso, olvidándose de los objetivos específicos de su área. El concepto de integración se encuentra en el centro de varias posibilidades integradoras como muestra la figura 2.1.

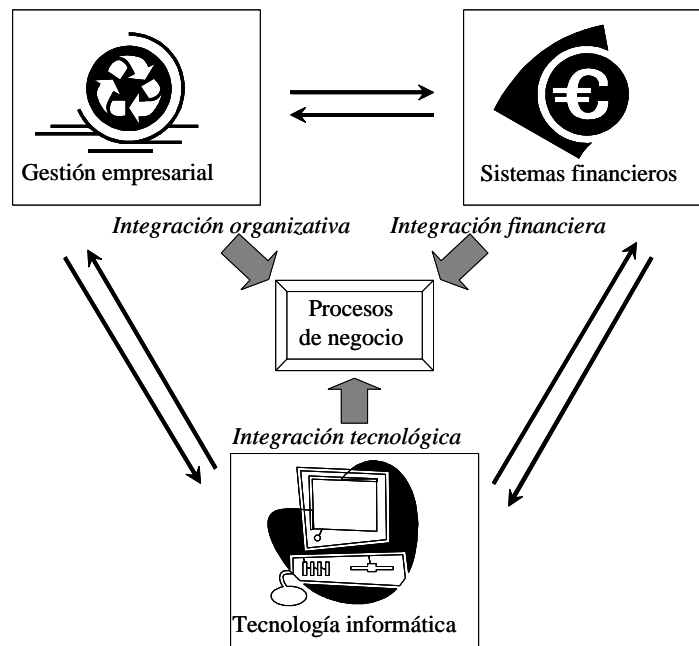


Figura 2.1 Lógicas de integración

La lógica organizativa se basa en el control integrado de los procesos de negocio:

- ? simplificación de estructuras;
- ? innovación y anticipación al mercado;
- ? objetivos globales frente a objetivos de área;
- ? comunicación horizontal continua entre participantes;

- ? formación integral de responsables;
- ? sistema de gestión del personal coherente con los objetivos estratégicos;
- ? calidad en los resultados con costes y tiempo de ejecución mínimos;
- ? rápida respuesta a los cambios.

La lógica financiera se basa en la adopción de un sistema financiero, contable y administrativo integrado que permita responder a las necesidades de información de los procesos de decisión, cada vez más complejos, y al contexto de internacionalización de la nueva economía.

La lógica tecnológica es la que hace posible las dos lógicas de integración anteriores gracias a la evolución de la tecnología informática y de comunicaciones. Se basa en una arquitectura unitaria que permite la gestión integrada de los distintos procesos empresariales partiendo de unos datos únicos y accesibles a todos los participantes y generando información útil a todos los niveles de decisión (figura 2.2). La introducción de nuevas tecnologías debe reforzar la capacidad competitiva de la empresa, aumentar su eficiencia operativa y mejorar en nivel de servicio al cliente, pero el impacto deriva no solo de las características tecnológicas adoptadas sino, también, de la adaptación de la organización empresarial a las mismas. Una tecnología informática muy sofisticada tiene un impacto limitado sobre los resultados empresariales si no se utiliza para mejorar sus mecanismos de decisión y operativos. El problema crucial no es la tecnología sino su utilización como soporte a la gestión integrada de la empresa, a las lógicas de integración organizativas y financieras.

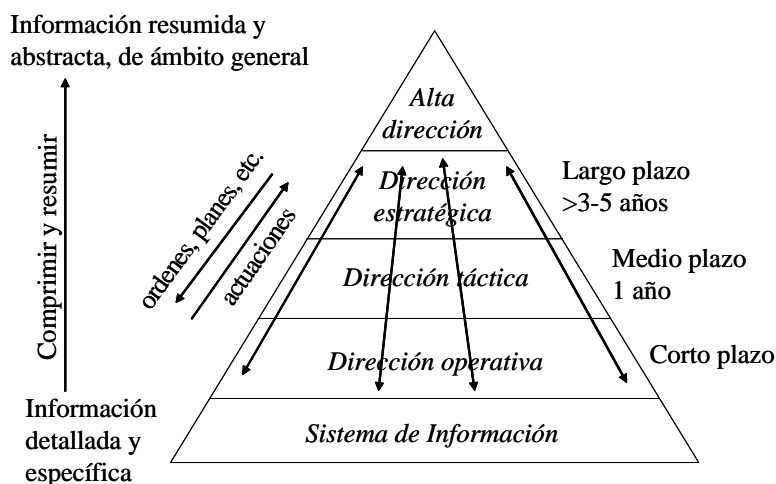


Figura 2.2 Intercambio de información empresarial

Cuanto mayor sea la flexibilidad introducida en estas relaciones, más fuertes las presiones por calidad y mayores las necesidades de cumplimiento en tiempo, será mayor la importancia de una buena definición de las necesidades del entorno y como cubrirlas. Se haría mucho para resolver esta situación con la introducción de sistemas que logren mejores niveles de autonomía, más compromiso y mayor conocimiento de lo que se

hace. Los nuevos sistemas que soportan la gestión flexible deben estar en capacidad de analizar lo que ocurre con una utilización constante de la información, guiados por la experiencia y previendo los resultados que sus acciones pueden provocar antes de realizarlas, para luego comparar lo que obtuvo con el resultado buscado. De esta forma se reducirá el tiempo que se invierte en el proceso de analizar datos, de inferir resultados y de monitorizar el proceso.

2.1.1. Taxonomía de estrategias empresariales

La estrategia empresarial es la respuesta de la empresa al ambiente en el que opera, teniendo en cuenta las amenazas y oportunidad que el ambiente presenta así como las capacidades y las competencias (puntos fuertes y débiles) que la empresa posee. [Coda, 1988] representa esta idea en la figura 2.3.

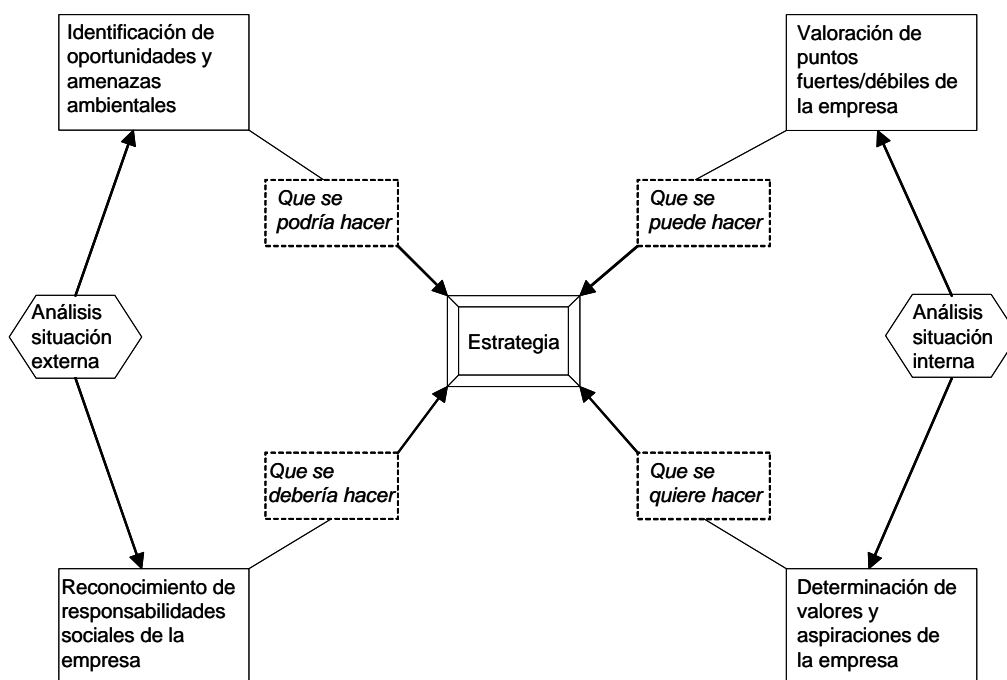


Figura 2.3 Proceso cognitivo de formulación de la estrategia

[Chandler, 1962] dice que la estrategia empresarial asegura la salud de una empresa y que sus decisiones tanto tácticas, de las actividades cotidianas para una gestión eficiente, como estratégicas, necesitan de una implementación a través de la ubicación dinámica de los recursos, ya sean materiales o humanos, es decir, de su organización.

La organización empresariales y, por consiguiente, su estrategia a sufrido una evolución exponencial desde los comienzos de la era industrial hasta nuestros días. En general un modelo organizativo se basa en la división y la coordinación: mayor descomposición de tareas implica mayor nivel de coordinación necesario. El modelo organizativo histórico de tipo Taylor-Ford, como analiza [Dubois et al, 1995], se funda en una fuerte división del trabajo (y del conocimiento necesario para realizarlo) acompañada de una coordinación jerárquico-funcional. En esta organización los individuos pierden su creatividad para ser unos meros repetidores mecánicos de reglas y procedimientos, su presupuesto es la estabilidad. Evidentemente es coherente con el entorno de su tiempo: producción en masa, calidad media, largo ciclo de vida del producto y, por tanto, es simple y estandarizado. En la situación actual, expuesta en el punto precedente, el modelo ha quedado obsoleto, es rígido en su ejecución y en su capacidad de adaptarse a cambios externos, por lo que es necesario superarlo incorporando mayor capacidad de evolución y dotando a los individuos de mayor capacidad de decisión en base a un mayor conocimiento. La clave es la producción de valor que implica una visión de la estrategia y de los comportamientos operativos de tipo interdependiente, integrada, coherente con la mayor complejidad de las relaciones y la globalización. En la tabla siguiente (figura 2.4) se expone un resumen de los tres modelos históricos de estrategia empresarial.

Modelo artesanal (sentido histórico) Volumen de mercado : bajo Incertidumbre : bajo Necesidad de conocimiento : medio	Conocimiento protegido y reservado, tácito (corporaciones) Proceso de aprendizaje en el contexto (aprender haciendo) Jerarquía de conocimiento. Centrado en individuo/grupo La clave está en la velocidad de aumento de la capacidad productiva
Modelo Taylor-Ford Volumen de mercado : alto Incertidumbre : medio-bajo Necesidad de conocimiento : bajo	Conocimiento explícito, alta división y especialización Voluntad de asumir el saber tácito de cada función Proceso de aprendizaje no contextual (formación, adiestramiento profesional) y contextual (en el trabajo) Jerarquía de posición / Centrado en las normas La clave está en la velocidad de gestionar los cambios
Modelo Posterior Taylor-Ford Volumen de mercado : alto y variable Incertidumbre : alto Necesidad de conocimiento : alto	Conocimiento tácito y explícito, especialización e integración Voluntad de equilibrio dinámico entre conocimiento tácito y explícito Proceso de aprendizaje no contextual (formación, adiestramiento profesional) y contextual (en el trabajo) Jerarquía de rol y posición / Centrado en la organización La clave está en la velocidad de innovación

Figura 2.4 Comparación de los tres modelos históricos de estrategia empresarial

La tendencia actual es superar el modelo Taylor-Ford incorporando a las organizaciones mayor capacidad de gestión del cambio interviniendo tres tipos de elementos interrelacionados [Ruffino et al, 2003]:

- ? Elementos físicos o capital invertido, como bienes inmobiliarios, máquinas, herramientas, materias primas, semielaborado, etc.
- ? Elementos de relación con el entorno, como relaciones con proveedores, competencia, clientes, asociados, etc. Desarrollar relaciones que produzcan disminución de costes, innovación tecnológica, fidelidad en los clientes, acuerdos de calidad con proveedores, supone un valor hoy considerado mayor que la mera posesión de capital.
- ? Elementos de conocimiento, entendidos como el conjunto de competencias e información del que dispone la empresa de un modo específico y que utiliza para gestionar sus procesos de negocio. En los modelos estratégicos actuales es considerado el elemento de mayor valor.

La interrelación de estos tres elementos se representa en la figura 2.5. En ella podemos ver que una buena organización de los elementos físicos facilita la formación contextual (en el trabajo, aprender haciendo), permitiendo tiempo de reflexión y experimentación, lo que conduce a la innovación del proceso. Por otro lado la eficiente planificación de los elementos de relación conlleva un mayor conocimiento del entorno cambiante del negocio que asociándolo a los elementos de conocimiento produce la innovación del producto adecuada. Finalmente la conexión entre los elementos físicos y de relación permite una política de make-to-order orientada al cliente, que sustituye a la política make-to-forecast basada en las previsiones. Igualmente la integración con proveedores y asociados conlleva la mejora de la cadena de suministro con descentramientos parciales de procesos que permiten respuestas flexibles a las necesidades de la demanda.

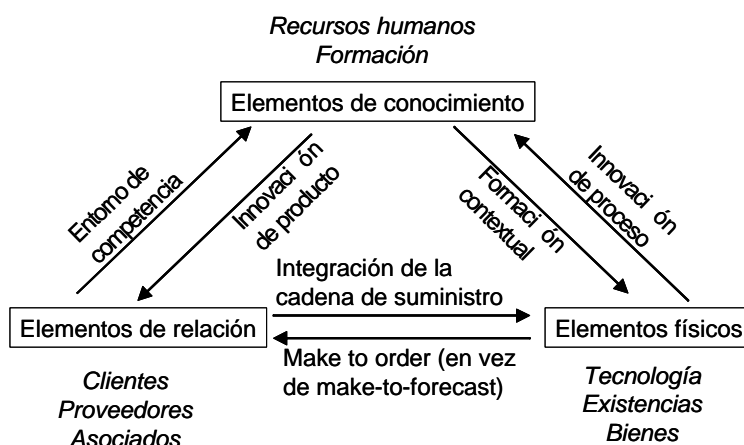


Figura 2.5 Interrelación de elementos estratégicos

Adaptarse al modelo estratégico actual implica trabajar en tres direcciones:

1. Pasar de una organización por funciones a una organización por procesos. Hace posible conocer la contribución de cada actividad al aumento del valor de los elementos físicos, de relación y de conocimiento. Implica un cambio profundo

de la organización del personal, de las competencias y de los hábitos de trabajo. Cambio que se puede desarrollar realizando las siguientes actividades:

- ? Reducción niveles jerárquicos intermedios;
 - ? Minimización de la división vertical del trabajo;
 - ? Aumento de responsabilidad de niveles directos;
 - ? Creación de formas organizativas transversales: por proyecto, por problema;
 - ? Introducción de medidas de trabajo por objetivos.
2. Redefinir los confines tradicionales de la empresa hacia un modelo en red, flexibilizando las bases de la producción, disminuyendo costes transaccionales y aumentando la capacidad de acceso a mercados y relaciones. Según [Castells, 1998] una empresa en red es “aquella forma específica de empresa cuyo sistema de medios está constituido por la intersección de segmentos autónomos de sistemas de fines. Por lo tanto, los componentes de la red son tanto autónomos como dependientes frente a ella y pueden ser partes de otras redes y, por ello, de otros sistemas de recursos dirigidos a otros objetivos... la empresa red materializa la cultura de la economía informacional: transforma señales en bienes mediante el procesamiento del conocimiento”. [Ernst,1992] define cinco tipos de redes:
- ? Las redes de proveedores, que incluyen acuerdos de subcontratación, manufactura de equipo original y manufactura de diseño original entre un cliente (la “compañía central”) y sus proveedores de materiales intermedios de producción.
 - ? Las redes de productores, donde encontramos todos los acuerdos de coproducción que permiten a los productores en competencia, unir sus capacidades de producción y sus recursos humanos y financieros para ampliar su cartera de productos y cobertura geográfica.
 - ? Las redes de clientes, definidas como la previsión de vínculos entre las compañías fabricantes y los distribuidores, los canales de mercado, los revendedores de valor añadido y los usuarios finales, ya sean en los principales mercados de exportación o en los internos.
 - ? Las coaliciones de normalización, iniciadas por los fijadores potenciales de las normas globales, con el propósito explícito de encerrar cuantas más firmas sea posible, en su producto patentado o normas de interfaz.
 - ? Las redes de cooperación tecnológica, que facilitan la adquisición del diseño de un producto y la tecnología de producción, permiten una producción y proceso de desarrollo conjuntos, y que se comparta el conocimiento científico genérico y el I+D.

3. Utilizar la gestión del conocimiento como centro integrador de la estrategia empresarial. Esto se consigue reforzando los procesos formativos y los sistemas de gestión de ayuda a la decisión. El problema de fondo es como pasar de los dispositivos productivos a dispositivos cognitivos. Hay tres líneas de desarrollo:
 - ? Pasar de la información al conocimiento a través de una revisión de los sistemas informativos para la gestión empresarial en términos de arquitectura, interfaces hombre/máquina y formas de representación del conocimiento (pasar del analógico/tácito al digital/codificado).
 - ? Enriquecer las relaciones ente los miembros de la organización y su capacidad de aprendizaje y memoria organizativa.
 - ? Soportar las decisiones de la dirección haciendo participes a los sujetos directamente interesados y utilizando mecanismos automáticos que controlen los factores y los procesos que intervienen en la decisión.

Una vez analizado el concepto de estrategia empresarial y su situación actual y resumidas las líneas estratégicas históricas, es importante definir las taxonomías de estrategias empresariales que podemos encontrar para clasificarlas. La razón de precisar tipos (de empresa, de producto, de procesos etc.) en un estudio de la empresa se encuentra en la misma estructura de una teoría o estudio de la realidad empresarial necesaria para aplicar una perspectiva práctico-teórica partiendo de los problemas reales.

Taxonomía (del griego, 'tassis' = orden, 'nomos'= ley, norma) es la teoría de la ordenación o clasificación. Incluye un sistema de clasificación, la teoría en la que se basa dicho sistema y los métodos utilizados para construirlo. Expondremos los conceptos teóricos básicos para realizar una buena clasificación antes de pasar a analizar varias taxonomías existentes en el escenario empresarial.

Considerando el trabajo realizado por [Rodríguez de Rivera, 2000] podemos afirmar que para resolver un problema hay que estructurarlo previamente, es decir: llegar a definir sus parámetros, el contexto en que se da, los intereses propios etc. El planteamiento del problema requiere tanto un trabajo mental de estructuración imaginativa como un trabajo mental de codificación lingüístico-lógica. Estas dos dimensiones, la visual-analógica y la lógico-verbal son pues básicas.

Ahora bien, la dimensión lógico-verbal requiere el empleo de categorías o conceptos bien definidos, lo cual se consigue teniendo en cuenta tanto las similitudes del concepto como las diferencias respecto a otros conceptos. Para poder delimitar conceptualmente estas categorías dentro de un dominio real utilizamos los tipos, que nos permiten describir ordenadamente objetos reales o mentales agrupándolos según características

relevantes en el dominio donde los queremos aplicar. El proceso de creación de una tipología depende del fenómeno que queremos clasificar, la finalidad de la clasificación y las características y su grado de cumplimiento que elegimos para describir el fenómeno.

Dado que nuestro trabajo pretende clasificar distintas estrategias empresariales, las tipologías que podemos considerar deben referirse a modelos de explicación, pronóstico y decisión unidos a métodos de planificación, dirección y control aplicables a distintas situaciones. Es decir la finalidad de una clasificación de estrategias empresariales como base a nuestra propuesta es, primero, preparar un buen fundamento para el trabajo de elaboración de afirmaciones científicas que constituyen la base teórica de todo el trabajo en la empresa y, después, posibilitar el desarrollo de soluciones a los problemas prácticos de la empresa en procedimientos adaptados a los distintos tipos de procesos y problemas.

Analizaremos las distintas taxonomías empleadas más comúnmente, las cuales hemos agrupado por el criterio principal de clasificación. En algunos casos, se emplean otros criterios adicionales que permiten estructuras jerárquicas o tabulares. Los criterios de partida más empleados son: sectores, dimensión y estructura organizativa.

Taxonomía por sectores

Una de las taxonomías más básicas que utilizan el criterio sectorial la presenta el Gobierno Federal de los Estados Unidos, introduciendo una clasificación basada en el sistema de clasificación de especies organizacionales definido por [McKelvey, 1982]. El sistema de McKelvey establece cuatro criterios para desarrollar una clasificación:

- ? Discontinuidades bruscas entre las formas organizativas.
- ? Elevado nivel de homogeneidad interna en las clases obtenidas.
- ? Estabilidad en los grupos a corto plazo.
- ? Agrupaciones que muestren cambios evolutivos a largo plazo.

La Standard Industrial Classification (SIC) fue definida por la U.S. Office of Management and the Budget en 1987, está centrada en el censo de los sectores productivo y administrativo. Las informaciones de este censo se refieren a las compras, ventas y/o fabricación de servicios, materiales o energía. El sistema de clasificación se ordena jerárquicamente en varios niveles a los que se asignan diversos códigos numéricos. A mayor número de dígitos se da más detalle en la clasificación: Así con dos dígitos se designa el sector de productos alimentarios, con tres las industrias cárnicas, con cuatro, las factorías de envase de carne, etc. Desde 1997 esta clasificación ha sido archivada y se utiliza una nueva clasificación, aunque basada en los mismos

criterios, llamada la North American Industry Classification System (NAICS). Actualmente, la versión en vigor es de 2002 [NAICS, 2002]. En ella los primeros dos dígitos señalan el sector más grande del negocio, el tercer dígito señala el subsector, el cuarto dígito señala el grupo de la industria, y el quinto dígito señala industrias particulares. Los sectores principales se representan en la siguiente tabla (figura 2.6):

11	Agricultura, actividad forestal, pesca y caza
21	Explotación minera
22	Utilidades
23	Construcción
31-33	Fabricación
42	Comercio al por mayor
44-45	Comercio al por menor
48-49	Transporte y almacenamiento
51	Información
52	Finanzas y seguros
53	Propiedades inmobiliarias, alquiler y alquiler con opción a compra
54	Profesional, científico, y servicios técnicos
55	Gerencia de compañías y de empresas
56	Servicios administrativos, de soporte y de la gestión de desechos
61	Servicios de la educación
62	Cuidado médico y ayuda social
71	Artes y reconstrucción
72	Servicios del bienestar y de alimentos
81	Otros servicios (excepto la administración pública)
92	Administración Pública

Figura 2.6 Códigos principales de clasificación sectorial en NAICS 2002

Aplicando los cuatro criterios de McKelvey al entorno empresarial es más fácil constatar las discontinuidades o diferencias, detallando hasta seis dígitos discriminando tecnologías, dimensión de plantilla, entorno etc. que determinar la homogeneidad interna, principalmente por falta de información reservada sobre la propia empresa, como el plan estratégico, los procesos de negocio, etc.

Otras clasificaciones, dentro de las taxonomías por sectores, incluyen más de un criterio, principalmente aquellos relacionados con la innovación. [Mahdjoubi, 1997] introduce cuatro niveles de desarrollo tecnológico aplicables a cualquier sector. De esta forma además de una clasificación sectorial, se puede determinar, dentro de cada sector, el nivel de innovación alcanzado:

- ? Producción. Proceso básico de transformación de materias primas.
- ? Diseño y Desarrollo. Circulación detallada de información entre procesos que mejoran la producción.
- ? Investigación industrial y Desarrollo. Un paso más allá del anterior, incluyendo el uso de estándares, mejora continua, análisis de nuevos métodos, desarrollo de procesos de calidad, etc.
- ? Investigación básica o fundamental. Generación de información científica genérica, más allá de un mero campo de aplicación.

Esta orientación hacia el proceso de innovación y desarrollo empresarial induce otras clasificaciones, como la clasificación por áreas temáticas y horizontales de los Planes Nacionales de I+D+I. En concreto, la clasificación del año 2003 contempla los siguientes tipos:

1. Ciencias de la Vida.
2. Ciencias y tecnologías agroalimentarias y medioambientales.
3. Ciencias del espacio, matemáticas y física.
4. Energía.
5. Química, materiales y diseño y producción industrial.
6. Seguridad y Defensa.
7. Tecnologías de la Sociedad de la Información.
8. Transporte y construcción.
9. Humanidades, ciencias sociales y económicas.

Dentro de estos sectores se aplican patrones de innovación para determinar el grado innovativo de cada empresa. Se consideran los elementos característicos, particulares de cada sector, del proceso de innovación, como el tipo de recurso empleado, el tipo de resultado obtenido o el impacto económico de la innovación, y elementos relativos a su posición con respecto al mercado donde actúa. Las especificidades de los procesos de innovación en la empresa pueden ser agregadas en un nivel sectorial puesto que las industrias están formadas por empresas que generan productos que son tecnológicamente similares [Scherer y Ross, 1990]. Sobre estas consideraciones, los sectores pueden clasificarse a partir de elementos seleccionados sobre la aplicación del nuevo conocimiento: grado de propiedad del mismo, su carácter acumulativo, diversidad en términos de conocimiento base, etc.

Los primeros trabajos sobre patrones sectoriales de innovación se iniciaron en contextos dinámicos donde cada patrón venía dado por la situación de las industrias, dentro de una determinada estructura industrial, frente al ciclo de vida tecnológico de los productos [Utterback, 1982]. Posteriormente surgió una línea de trabajos, de carácter más estructural, más desligada de los productos, que considera que la similitud de los

modos de innovación provenía de las características de los regímenes tecnológicos sectoriales [Malerba y Orsenigo, 1995]. En éstos la clasificación surge de las combinaciones entre dos tipos de características, las genéricas industriales y las particulares de la propia empresa. Estas combinaciones llevan al desarrollo de formas específicas de solución de problemas, convirtiendo el progreso técnico general en trayectorias particulares que son desarrolladas sobre un cierto patrón de comportamiento. Las características industriales se basan en el tipo de conocimiento que utiliza cada industria. Son las que desarrollan y comparten las empresas que desempeñan la misma actividad productiva e innovadora, y que son específicas de cada sector, ya que en cada uno hay diferentes grados de codificación, de accesibilidad, de apropiación y de difusión. Las características particulares de las empresas se basan en como realizan estas sus procesos de innovación combinando las oportunidades tecnológicas que ofrece el sector, con su propia capacitación específica definida por sus competencias internas.

Esta última línea de trabajos que agrupa a los sectores según las similitudes de los procesos de innovación, tuvo su punto de partida en la obra de Pavitt [Pavitt, 1984]. En la taxonomía de Pavitt se incluyen, además de elementos relativos a la situación tecnológica sectorial, como el grado de apropiación o de difusión, otros relativos a las trayectorias tecnológicas seguidas por las industrias en base a cómo se desarrolla su actividad productiva. Esto implica considerar que tareas productivas e innovadoras están relacionadas hasta el punto de que las primeras condicionan a las segundas.

El patrón sectorial de Pavitt se realizó con el propósito de explicar las semejanzas y diferencias entre sectores en el origen, de las que dependen la naturaleza e impacto de las innovaciones. Estas se definen por el origen de las materias primas y procedimientos empleados para su producción, por el tamaño y actividad de la empresa innovadora y por el sector de producción y uso. La tabla de la figura 2.7 sintetiza la taxonomía de Pavitt, en donde se identifican las trayectorias tecnológicas de las empresas como una función de su principal actividad. Cada trayectoria sectorial viene definida, como hemos visto desde los primeros estudios, por el origen del proceso de innovación, las necesidades del usuario receptor y los niveles de codificación, accesibilidad, apropiación y difusión.

	DOMINADOS POR LOS PROVEEDORES	INTENSIVOS DE ECONOMÍAS DE ESCALA	SUMINISTRADORES ESPECIALIZADOS	BASADOS EN LA CIENCIA
Sectores de actividad típicos	Textil, mueble, madera, papel, cuero y calzado, artes gráficas y edición	Alimentarias, vehículos motor, minerales no metálicos	Mecánicas, instrumentos	Químico y farmacéutico, maquinaria eléctrica, eléctrico y electrónico

Determinantes de las trayectorias tecnológicas	Origen de la tecnología y de la acumulación tecnológica	Suministradores (externo)	Suministradores, departamentos de ingeniería y producción y departamentos de I+D. (Interno)	Interacción con usuarios y clientes. Diseño y desarrollo. (Interno).	Departamentos de ingeniería de producción e I+D de la corporación. Conocimiento público (Interno)
	Tipo de usuario	Sensible a los precios	Sensible a los precios	Sensible a los resultados obtenidos	Combinación entre ambas
	Principales métodos de protección	No técnicos: marketing, marcas comerciales, alto diseño	Secreto, diseño y know-how operacional, gaps tecnológicos	Know-how sobre diseño, patentes y conocimiento de las necesidades de los usuarios	Know-how sobre I+D, patentes, secreto, know-how operacional, economías de aprendizaje dinámicas
Principal foco de actividad económica		Reducción de costes	Mixto	Mejora de productos	Mixto
Balance productos y procesos		Procesos	Procesos	Productos	Mixto
Diversificación tecnológica		Baja-vertical	Alta-vertical	Baja-concéntrica	Baja-vertical, alta-concéntrica
Otros elementos relativos a los regímenes tecnológicos	Principal fuente de aprendizaje	Producción y servicios de consulta	Producción, suministradores y diseño	Usuarios	I+D básica, producción, ingeniería y diseño
	Principal dirección de la acumulación tecnológica	Tecnología de proceso y equipo (hacia arriba)	Tecnología de proceso y equipo (hacia arriba)	Mejora de productos (concéntricas)	Relación productos-tecnologías (concéntrica)
	Canales de imitación y de transferencia tecnológica	Compra de equipo y servicios asociados	Compra de equipo, know-how, licencias e ingeniería inversa	Ingeniería inversa, aprendizaje de usuarios avanzados	Ingeniería inversa, I+D, subcontratación de científicos e ingenieros
Otros aspectos	Tamaño medio de la empresa innovadora	Pequeño	Grande	Pequeño	Grande

	Principales tareas de gestión	Uso de tecnología generada externamente para reforzar las ventajas competitivas	Integración incremental de nuevas tecnologías en sistemas complejos. Mejora y difusión de la mejor práctica. Explotación de ventajas en las tecnologías de proceso	Observar las necesidades de los usuarios avanzados. Integrar nuevas tecnologías en productos	Desarrollo de productos relativos a sus tecnologías, explotar ciencias básicas, obtener activos complementarios. Reconfigurar las responsabilidades divisionales
--	-------------------------------	---	--	--	--

Figura 2.7 Características sectoriales de los procesos de innovación según la taxonomía de Pavitt

De acuerdo con estos elementos, y teniendo presente el diferente comportamiento sectorial, las industrias pueden ser agrupadas en cuatro categorías:

- ? Dominados por los proveedores. Son básicamente sectores tradicionales. Se caracterizan por una escasa aportación a sus propios procesos de innovación dado que la mayor parte de sus innovaciones proceden de los suministradores de bienes de capital y de bienes intermedios. Las formas de apropiación son habitualmente la ventaja tecnológica, el uso de marcas y la publicidad, las técnicas profesionales y diseños muy específicos y sofisticados. La característica principal de este tipo de industrias es la dependencia de otros sectores para llevar a cabo su actividad innovadora, la cual pasa en muy escasa medida por procesos de I+D internos. El trabajo de Pavitt prevé la posibilidad de que algunos sectores dominados por los proveedores se lleguen a comportar como de producción intensiva en economías de escala, si existen fuertes alteraciones de la demanda por el acceso a mercados más amplios o si se producen importantes mejoras en los procesos de producción.

- ? Intensivos de economías de escala. Se encuadran dentro de una categoría más genérica de producción intensiva. Los sectores de producción intensiva, son aquéllos que, por la naturaleza y dimensión de su demanda, se caracterizan por una fuerte división del trabajo y por una gran posibilidad de aprovechar rebajas de costes de producción debido a una mayor facilidad, con respecto a otros sectores, de sustituir capital por trabajo. Dentro de este grupo, los intensivos de economía de escala son los de producción de bienes de consumo duradero. Los procesos de producción son continuos, existen fuertes interdependencias entre flujos de producción y técnicas operativas y los costes de error son altos, por lo que es necesaria una constante observación del equipo. El origen de la

innovación es interno y se localiza en departamentos de ingeniería de producción. Si las tecnologías de proceso y los mercados finales alcanzan un alto grado de madurez pueden llegar a comportarse como dominados por los proveedores, especialmente en los casos del automóvil, alimentación, minería y metales.

- ? **Suministradores especializados:** Se encuadran, como los anteriores, dentro de una categoría más genérica de producción intensiva. Dentro de este grupo, los suministradores especializados son los de de producción estandarizada de productos intermedios. Son aquéllos cuyas empresas suministran una producción especializada en equipo e instrumentos a grandes empresas con las cuales mantienen una estrecha relación usuario-proveedor. Las empresas grandes proveen de experiencia operativa comprobando, diseñando y desarrollando recursos para sus suministradores. Éstos, a su vez, proporcionan conocimiento especializado y experiencia, que es el resultado de diseñar y construir equipos para una gran variedad de usuarios que, con frecuencia, corresponden a diferentes industrias. El origen del cambio técnico no se localiza en departamentos internos de ingeniería o de I+D, sino que parte de las relaciones entre usuario y proveedor dentro un proceso continuo de innovación basado en la acumulación de conocimiento tácito a través del aprendizaje y la experiencia.

- ? **Basados en la ciencia.** Se caracterizan por aprovechar en gran medida los avances en la ciencia básica desarrollada en universidades y centros públicos de investigación. La mayor parte de los avances registrados en los campos científicos relacionados con el conocimiento base de estos sectores se traduce en el desarrollo de tecnologías fuertemente permeables, es decir, con un amplio rango de aplicaciones, que permiten a su vez el desarrollo de actividades generalmente sometidas a fuertes cambios. Sin embargo, las dificultades de explotación de todas las posibilidades que ofrece un campo tecnológico que se desprende directamente del avance científico, puede llegar a limitar los incentivos de las empresas a buscar oportunidades de innovación fuera de su principal sector de actividad. El origen del cambio técnico es básicamente interno, ya que las empresas suelen crear laboratorios internos de I+D a través de los cuales desarrollan los procesos de aprendizaje necesarios para absorber y adaptar los avances científicos que son realizados externamente.

Taxonomía por dimensión

Analizar el tamaño de las empresas como factor que condiciona su comportamiento es la forma más utilizada en los estudios estadísticos, estratégicos y de comportamiento. El tamaño es una variable que condiciona multitud de decisiones empresariales. Sin

ánimo de exhaustividad, las empresas de dimensión pequeña y media tienden a ser gestionadas directamente por sus propietarios en una proporción mayor que las empresas grandes; presentan grados de integración vertical y de diversificación de su producción menores que las empresas grandes, y operan en mercados cuyo ámbito geográfico es más reducido [Segura et al., 1992]. Cabe añadir a lo señalado que la relación entre tamaño y variables de decisión es distinta según se distinga entre adoptar o no la decisión y la magnitud con que se manifiesta dicha decisión. Como ejemplo Julio Segura argumenta que la decisión de exportar exige una cierta dimensión para que se observe como hecho probable (sólo el 18,1 por ciento de las empresas con empleo entre 10 y 20 trabajadores exporta, y en las de más de 500 el porcentaje es del 87,4 por ciento), pero, una vez tomada la decisión, el tamaño no es relevante respecto a la intensidad con que se manifiesta, que es mayor en empresas de tamaño medio.

Para determinar el tamaño de una empresa, hay diversos criterios de clasificación. El número de empleados es el más habitual, aunque no debe ser el único a utilizar, por ejemplo la Comisión Europea y el Banco Central Europeo proponen utilizar también datos económicos como el balance final, beneficios, total de ventas, etc. Otros estudios, como el de [Panati y Golinelli, 1994], van más allá integrando factores organizativos y de mercado como muestra la tabla de la figura 2.8.

ASPECTOS CUANTITATIVOS		ASPECTOS CUALITATIVOS		
DIMENSIÓN	PRODUCCIÓN	ORGANIZACIÓN	PODER DE MERCADO	PODER FINANCIERO
Artesanal	Modalidad artesana	Escasamente estructurada	Ninguno	Ninguno
Pequeña	Modalidad industrial		Escaso	
Mediana-pequeña		Bien estructurada	Elevado	Bueno
Mediana-grande				
Grande				

Figura 2.8 Matriz de las fronteras dimensionales

La frontera entre las empresas artesanales y pequeñas no está en el número de empleados sino en la modalidad del proceso productivo. El paso de pequeña a mediana, cuando ambas presentan una producción industrial, está en la forma de estructura organizativa. Finalmente para distinguir entre mediana y grande la medida viene realizada por el poder sobre el mercado y el poder financiero que representan.

Utilizando la clasificación anterior [Pivato y Gilardoni, 2000] define más concretamente los parámetros cualitativos:

- ? El capital invertido. Su uso está muy extendido, aunque cuenta con limitaciones como el uso del leasing que desvirtúa la clasificación.
- ? El número de empleados. Es el más sencillo de utilizar, aunque debe venir acompañado del grado de automatización para facilitar la clasificación.
- ? El facturado. Su uso debe estar condicionado a factores de inflación y valor del producto unitario (por ejemplo metales preciosos frente a consumibles de bajo precio).
- ? El valor añadido. Es el más válido pero también el más difícil de medir. Resulta de la combinación de las variables anteriores. En una única cifra debe dar idea de la eficiencia empresarial, la productividad, la innovación, etc.

La figura 2.9 muestra la taxonomía presentada por Pivato y Gilardoni utilizando los parámetros básicos.

	EMPLEADOS	FACTURADO (€)	CAPITAL INVERTIDO (€)
Pequeña	Hasta 50	Hasta 5 millones	Hasta 2 millones
Mediana	Hasta 250	Hasta 20.millones	Hasta 10 millones
Grande	Más de 250	Más de 20.millones	Más de 10 millones

Figura 2.9 Perfiles de dimensión empresarial

En España, [Benavente, 1992] ha realizado una taxonomía sobre empresas pequeñas y medianas mediante técnicas de agrupación (cluster) multivariante obteniendo dos clasificaciones. Una de ellas atiende al dinamismo de sus estrategias innovadora, exportadora y comercial como criterio de clasificación, la segunda al sistema de comercialización utilizado por la empresa.

- ? Tipología I: innovación, exportación y estrategia comercial. Se considerarán en este apartado tres variables de decisión para la empresa: su carácter innovador en el ámbito tecnológico (gastos de I+D sobre ventas), la venta de sus productos en el mercado exterior (exportaciones sobre ventas) y la realización de actividades de promoción comercial (gastos de publicidad sobre ventas). La idea de agrupar las empresas en función de la intensidad con que se manifiestan las tres decisiones citadas parte de la hipótesis de que permitirá construir agrupaciones muy correlacionadas con el tamaño. Se han identificado cinco grupos de empresas: Empresas muy pequeñas que no realizan actividades de I+D, de promoción comercial y de exportación; Empresas pequeñas orientadas hacia el mercado interior con una actividad significativa de promoción comercial; Empresas pequeñas, innovadoras y orientadas hacia la exportación; Empresas de

tamaño medio orientadas hacia el mercado interior; Empresas de tamaño medio, innovadoras, con fuerte participación de capital extranjero y muy exportadoras

- ? Tipología II: estrategia comercial. En este apartado se ofrece una segunda tipología que trata de caracterizar la naturaleza de las relaciones comerciales entre las empresas y sus clientes. Se trata de establecer una taxonomía de las empresas en función de los sistemas de comercialización que utilizan. Uno de los criterios de segmentación empresarial más relevantes para conocer la funcionalidad de las tecnologías de la información consiste en evaluar las necesidades derivadas del sistema de comercialización utilizado por la empresa. Complementando la tipología presentada en el anterior apartado, en este se recoge una clasificación ajustada al criterio señalado: Empresas con integración alta, media y baja de su distribución comercial.

Para finalizar destacar la tendencia actual en la Unión Europea, e incluso mayor en España, del peso relativo en la economía de pequeñas y medianas empresas. Para [Fariñas et al., 1992] el examen de la distribución de tamaños de las empresas proporciona el primer argumento que justifica la importancia económica de las pequeñas y medianas empresas: son la forma más habitual de organización de la actividad productiva. Las empresas situadas por debajo del umbral de empleo de 100 trabajadores representan en torno al 95 por ciento del total. Su importancia económica queda, además, reflejada en el hecho de que dan empleo a algo menos de la mitad de los efectivos laborales y generan la tercera parte del valor añadido industrial. La interpretación de la actual disminución del tamaño medio de las empresas tiene todavía un marcado carácter especulativo. Se apuntan, en este sentido, dos tipos de hipótesis [Acs y Audretsch, 1990]. En primer lugar, las alteraciones asociadas con la mayor incertidumbre en que operan las empresas en el mercado así como la inestabilidad creciente de la demanda, junto a una mayor diversificación de los gustos de los consumidores, habrían modificado los parámetros de la ecuación de eficiencia a favor de las empresas de menor dimensión. En segundo lugar, la aparición y difusión de las nuevas tecnologías flexibles habría reducido las diferencias de eficiencia entre las empresas grandes y pequeñas. En este sentido, el mayor dinamismo del empleo de las pequeñas y medianas puede provenir tanto de su mayor capacidad de adaptación a las nuevas circunstancias como de la reducción del tamaño de los establecimientos propiedad de grandes empresas por razones tecnológicas.

Taxonomía por estructura organizativa

Las organizaciones existen en la medida que permiten a un grupo de personas coordinar eficientemente sus esfuerzos para obtener resultados deseables. La estructura de una organización se forma por el tipo de roles o papeles a desempeñar por las

personas del grupo, las relaciones entre ellas y, consecuentemente, los procedimientos definidos que permiten estos roles y relaciones. Estructurar una organización es algo más complejo que diseñar un organigrama con líneas y bloques, debe concebirse considerando aspectos como la división del trabajo, las técnicas de coordinación, la distribución de la capacidad de decisión, los límites y relaciones con el exterior, la estructura social, la estructura política y la escala de poder y autoridad.

Desde los trabajos de 1910 del sociólogo alemán Max Weber sobre la burocracia como forma ideal de organización hasta los años 50, los estudios sobre la estructura organizativa contemplan solamente aspectos de productividad, incentivos y autoridad. Es a partir de [Woodward, 1958] y [Burns y Stalker, 1961] que se comienza a relacionar la organización con la estrategia empresarial. Woodward concluye que la definición de la estructura organizativa depende de la tecnología utilizada. Burns y Stalker pensaron que la estructura organizativa debe ser diferente según su uso en ambientes estables o en ambientes dinámicos e innovativos. Llegaron a la conclusión que en el primer caso una organización de autoridad y por funciones era la apropiada, pero en el segundo, convenía utilizar modelos nuevos más flexibles. Todo esto llevo, en los años 60, a asumir que no existe una única forma válida de concebir una estructura de organización. Una estructura organizativa eficiente se basa en la adaptación o alineamiento con varios aspectos del ambiente externo e interno: objetivos a conseguir, clientes, mercado, contexto institucional y cultural, etc. que se enmarcan dentro de lo definido como estrategia empresarial. Esta teoría es conocida como teoría contingente y su mejor expresión se encuentra en los trabajos de [Lowrence y Lorsch, 1967] y [Gailbraith, 1973]. Durante los años 70 y 80 surge un debate entre aquellos que creen que la estructura de la organización puede cambiar por acciones de la dirección y los que creen que la estructura de la organización está totalmente condicionada a las circunstancias ambientales. Dentro del primer campo se destacan los trabajos de [Nelson y Winter, 1982] y [Arrow, 1974] y en el segundo [Pfeffer y Salancik, 1978]. Al entrar en los años 90 la capacidad de organización se convierte en un factor crucial en el éxito empresarial. Los estudios sobre la estructura organizativa tienden a ampliar sus factores condicionantes: conocimiento, información, redes de comunicación, etc. Esta tendencia sigue estando vigente en la actualidad, disminuye la certeza sobre el concepto de estructura organizativa, hasta los 90 era sinónimo de orden y sistema, pero está cambiando hacia la capacidad de comprender y dar sentido a la evolución de los sistemas económicos y sociales. [Mintzberg, 1995] avanza en esta línea centrando su aportación en lo que denomina configuraciones. La estructura organizativa se define a partir de un conjunto de atributos a los que denomina configuraciones, entendiéndolos como sistemas en los que tiene más sentido hablar de redes de interrelaciones que hablar de variables dominantes. Estas nuevas ideas provocan nuevas formas estructurales híbridas o formas de organización flexibles, organizaciones planas, donde se disminuyen los niveles jerárquicos y se tiende hacia la estructura por procesos y el trabajo en grupo, donde la importancia del producto y del mercado da paso al

protagonismo de lo intangible, tecnología de la información, relaciones de motivación frente a relaciones de poder, valor añadido, orientación al cliente, servicio global, etc. [Calamandrei, 1998]. Podemos resumir esta evolución histórica en la clasificación representada en la tabla de la figura 2.10.



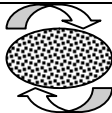
ÉPOCA	MERCADO	ORGANIZACIÓN	ESTUCTURA	PUNTOS DE ATENCION
50-70	Ordenado y estable	Interna, con fuerte jerarquía		Estructura, sistemas de planificación y budget
70-90	Cambiante, aumento de la competencia	Servicio al cliente, más niveles de dirección y gestión que productivos		Estrategia empresarial y gestión de los recursos humanos
90-	Turbulento, complejo y altamente competitivo	Aprende, orientada a procesos, grupos de trabajo y mejora continua		Innovación, flexibilidad, orientada al conocimiento

Figura 2.10 Evolución histórica de estructuras organizativas

En teoría, dado el número de variables a considerar, debería existir un gran número de estructuras organizativas. En la práctica, solo se siguen unos pocos modelos. Existen tres formas fundamentales: funcional, por divisiones y por matrices, y algunos híbridos o combinaciones de estas. Además existen las nuevas estructuras emergentes orientadas a procesos y a la gestión de la información, denominadas estructuras en red. La mayor parte las organizaciones adopta en sus primeros tiempos la estructura funcional, con el crecimiento de productos o servicios o la ampliación de mercados o clientes pasa a la estructura por divisiones. Por necesidades del mercado, pueden modificarse estas estructuras si influyen notablemente varios parámetros, por ejemplo productos y funciones o productos y localizaciones geográficas, creándose, así estructuras por matrices. Finalmente veremos como los cambios de la actual sociedad de la información conducen a las estructuras en red.

- ? Estructura funcional. En una estructura funcional las actividades se agrupan en funciones comunes, de la base al vértice de la organización. Las actividades se coordinan verticalmente dentro de la función mediante supervisión jerárquica, reglas y planes. Los empleados deben alcanzar los objetivos asignados a su departamento funcional, adoptando valores definidos y una orientación común. La semejanza aumenta la colaboración, eficiencia y calidad al interno de cada función, pero hace complicada la coordinación y cooperación con otros departamentos funcionales. Ya que estos son valores fundamentales para el éxito de una organización, esta estructura necesita procesar una gran cantidad de información entre funciones. La estructura funcional resulta la mejor cuando el objetivo principal es la competencia, eficiencia y calidad en entornos estables,

además favorece la formación de personal cualificado y especializado en sus propias competencias. La debilidad de esta estructura es su incapacidad de respuesta a los cambios ambientales que requieren colaboración entre departamentos y funciones nuevas. También tiene la desventaja de que cada empleado tiene una visión limitada de la organización y no conoce los objetivos estratégicos, limitándole su campo de maniobra y responsabilidad.

- ? Estructura por división. Esta estructura se diferencia de la funcional en que las diversas funciones se agrupan en divisiones. Cada uno de los recursos existentes, maquinaria, personal, investigación, etc. se asocia a una única división. Cada división puede ser responsable de una familia de productos, de una zona geográfica o de un tipo de cliente. Los empleados se identifican con su división más que con su función y las estrategias, controles, budget y resultados se dan por división. La coordinación entre divisiones se garantiza con la existencia de un grupo de dirección que trabaja a nivel corporativo y define la estrategia corporativa y la distribución de recursos. Uno de los problemas que aparecen es el grado de autonomía en la toma de decisiones de cada división frente a la dirección estratégica. Esta estructura es óptima cuando la incertidumbre ambiental es moderada y el aspecto competitivo y los objetivos principales se relacionan con la satisfacción del cliente o el mantenimiento de un segmento de mercado. Cada división puede adaptarse a sus propios retos y ser responsable de sus resultados. La desventaja está en la pérdida de optimización de los recursos, el potencial de una división de I+D se reduce exponencialmente al fragmentarse en divisiones y las actividades comunes se multiplican por el número de divisiones. La colaboración entre divisiones puede ser dificultosa, e incluso, llegar a la competencia entre ellas. Este tipo de estructura funciona mejor en organizaciones medianas o grandes que operan en ambientes heterogéneos y con estrategias diferenciadas por producto o mercado o cliente.
- ? Estructura por matrices. La característica de esta estructura es que implementa simultáneamente la estructura funcional y la estructura por divisiones. Los directivos funcionales y divisionales tienen la misma autoridad dentro de la organización y los empleados deben responder a ambos. Hay una doble autoridad, la funcional según el puesto en la organización y la divisional según la actividad o proyecto que se pueda estar realizando en ese momento. La asignación de recursos se plasma en forma de tabla, ya que las presiones ambientales pueden venir de más de una dimensión crítica, como función y producto o función y área geográfica. El ambiente interno también es complejo e incierto, cambio de tarea o entre departamentos, interdependencias en la gestión de recursos y eficiencia en dos direcciones. La ventaja de la organización por matrices es la flexibilidad y la adaptación a los cambios, mientras que como desventajas encontramos las relaciones de autoridad, el posible conflicto de

intereses y el tiempo perdido dedicado a resolverlos y la falta de sentimiento de grupo en los empleados. Emplear una estructura por matrices no es fácil, es necesario compartir información y autoridad, balancear el dominio de una estructura frente a la otra y trabajar de manera colaborativa.

- ? Estructura híbrida. Las organizaciones más grandes no tienen una estructura única, normalmente recurren a estructuras híbridas. En una estructura híbrida, grupos de proyectos o de productos pueden trabajar con una estructura funcional optimizando sus resultados, mientras que en otros algunas funciones clave pueden centralizarse a niveles más altos, creándose una estructura parcialmente funcional y multidivisional entre estos grupos de proyectos o productos. Las ventajas e inconvenientes derivan de la combinación de estructuras elegidas y del grado de independencia y de colaboración entre ellas.

- ? Estructura en red. La estructura en red se diferencia de las tradicionales en los aspectos que muestra la tabla de la figura 2.11.

	FUNCIONAL	POR DIVISION	POR MATRICES	EN RED
División del trabajo	En función de las entradas	En función de las salidas	En función de las entradas y las salidas	En función del conocimiento
Técnicas de coordinación	Supervisión jerárquica, planos y procedimientos	Director de la división y staff corporativo	Doble relación	Equipo interfuncional
Poder de decisión	Muy centralizado	Separación entre estrategia y ejecución	Distribuido	Altamente descentralizado
Confines	Funciones	Mercados internos / externos	Interfaces múltiples	Borroso y cambiante
Importancia de la estructura informal	Baja	Media	Considerable	Alta
Política	Inter-funcional	Corporación- división e interdivisional	Entre los lados de la matriz	Relaciones inestables
Base de autoridad	Competencia por puesto y función	Dirección general, responsabilidad y recursos	Habilidad en las negociaciones y recursos	Conocimiento y recursos

Figura 2.11 Comparación entre diferentes estructuras organizativas

La división del trabajo se basa en un conjunto de empleados expertos que contribuyen individualmente o en grupos de competencias. Estos equipos no son

siempre estables, pueden variar sus miembros y la estructura resultante es muy flexible. Su trabajo se realiza bajo una mínima supervisión formal. Algunos equipos se forman para resolver problemas específicos y desaparecen con el problema. La alta dirección está formada también por un equipo no siempre estable y se ocupa de decisiones de alto nivel, ya que se pretende que el poder de decisión se distribuya a todos los niveles. La estructura se aplanan, desaparecen los niveles intermedios con responsabilidad de supervisión y transmisión de órdenes e información. El uso de nuevas tecnologías de la información se hace imprescindible para su eliminación, partiendo de la idea de información compartida y disponible. Se difumina la barrera entre organización y ambiente, intentando que clientes y proveedores participen en la estrategia, se firman acuerdos marcos con proveedores, alianzas estratégicas con competidores y programas específicos de seguimiento y contacto permanente con clientes futuros o posibles, finalmente, se personalizan los productos y servicios para clientes específicos. Estas relaciones se muestran en la figura 2.12.

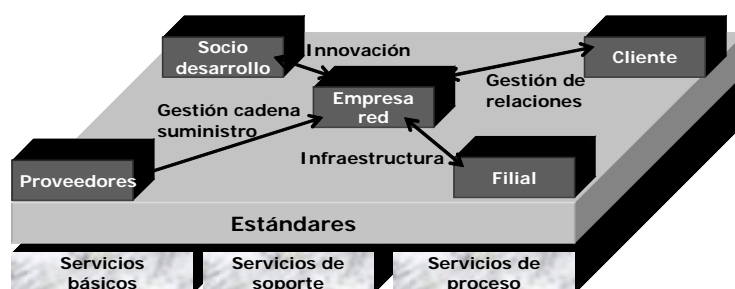


Figura 2.12 Relaciones en el funcionamiento de una estructura en red

La estructura informal predomina sobre la formal, es variable y depende de acciones y relaciones personales. Su principal ventaja es su adaptabilidad y rápida respuesta a estímulos ambientales, en contrapartida, pueden duplicarse recursos y la responsabilidad es difícilmente atribuible y escasamente definida. Es la mejor opción en contextos donde la innovación es la principal ventaja estratégica. En condiciones estables puede resultar menos eficiente que otras estructuras.

Como resumen podemos presentar el cuadro de la figura 2.13 que muestra las principales ventajas y desventajas de cada estructura.

	FUNCIONAL	POR DIVISION	POR MATRICES	EN RED
Uso eficiente de los recursos	Óptimo	Escaso	Medio	Bueno
Uso eficiente del tiempo	Escaso	Bueno	Medio	Óptimo
Sensibilidad	Escaso	Medio	Bueno	Óptimo
Adaptabilidad	Escaso	Bueno	Medio	Óptimo
Responsabilidad	Bueno	Óptimo	Escaso	Medio
Ambiente idóneo	Estable	Heterogéneo	Complejo, con demanda múltiple	Cambiante
Estrategia idónea	Focalizada / bajo coste	Diversificada	Basada en la sensibilidad al ambiente	Innovativa

Figura 2.13 Ventajas y desventajas entre diferentes estructuras organizativas

2.1.2. Sistema de información para la gestión empresarial

Para [Andreu y Ciborra, 1996] un sistema de información empresarial es el sistema encargado de coordinar los flujos y registros de información necesarios para llevar a cabo las funciones de una empresa de acuerdo con su planteamiento o estrategia de negocio. Los sistemas de información es uno de los instrumentos más importantes de los que dispone una organización para alcanzar sus objetivos. La información que contiene y distribuye puede ser contable o extracontable (mejoras en los resultados de la producción), interna o externa a la organización, indicativa o necesaria, de valoración o de control. En cualquier caso, es un soporte esencial en la toma de decisiones y el rápido desarrollo de las tecnologías no hace más que incrementar este papel.

Los sistemas de información para la gestión empresarial se forman con el conjunto de la información necesaria, su flujo a través de la organización y los recursos humanos y materiales utilizados. Realmente tan importante es la construcción inicial de estos sistemas, adecuada a las necesidades de la organización, como su posterior mantenimiento en función de las nuevas necesidades y de la evolución de la oferta tecnológica. Desde esta perspectiva es imprescindible la formación continua e investigar la aplicación de las tecnologías emergentes a encontrar nuevas soluciones dentro del Plan Estratégico de la organización.

El principal objetivo de un sistema de información consiste en la individualización, recogida y difusión en el ámbito apropiado de la información pertinente. Para esto, actualmente, las organizaciones utilizan ampliamente la tecnología informática y

telemática emergente en cuanto hardware, software de base y aplicativos (programas de planificación del proceso, aprovisionamiento, facturación, etc.) El sistema debe estar integrado para poder asegurar que la información sea única, veraz y accesible para todos los interesados, permitiendo un flujo informativo automático entre las actividades funcionales (primarias y de soporte) y la dirección. La elección del sistema informativo es, por tanto, muy importante y se debe prestar la máxima atención en el diseño e implementación del sistema.

El uso de los sistemas de información (manuales o automáticos) en la mejora de la gestión empresarial nace con la revolución industrial. Veamos a continuación los diferentes sistemas desarrollados, que nacieron junto a la historia industrial.

Antes de 1770 se puede considerar que la industria existente era solamente doméstica. Fue a partir de ese año y hasta principios de 1800 cuando se desarrolla la Revolución Industrial en Inglaterra que alcanza después al resto de Europa, América y, finalmente, a Asia. Es en esta época cuando la producción se organiza en fábricas con gran número de mano de obra donde el único objetivo era producir la mayor cantidad posible. Comienza el desarrollo de maquinaria, sobre todo textil, y el auge del capitalismo al crecer la demanda de productos.

Durante la mayor parte del siglo XIX la organización de las fábricas era casi de tipo militar: un grupo de obreros recibía órdenes de un capataz y el grupo de capataces las recibía del supervisor. Era el supervisor el que definía los objetivos de producción (cantidad a producir en un periodo de tiempo, que podía ser diario) y los capataces decían que se tenía que hacer: reparar las máquinas, producir más rápido, controlar la calidad, etc. Se suponía que los trabajadores encontrarían el material en el almacén. El resultado de todo esto era una gran cantidad de fallos en la producción e ineficiencia.

No fue hasta 1878-1890 que Frederick W. Taylor comenzó, en Estados Unidos, a teorizar sobre la organización de la producción y a experimentar en una fábrica de Philadelphia. Las innovaciones de Taylor incluían un estudio de los tiempos y métodos de producción, tarjetas con instrucciones para los trabajadores, estandarización de herramientas y máquinas y mucho más. Pero sin duda, su idea más importante fue separar la planificación de la ejecución, desarrollando en la fábrica un grupo de especialistas independientes de la producción encargados de decidir. Esta idea ha sido muy importante en el posterior desarrollo de los sistemas de producción.

En 1915 Ford W. Harris desarrolló una fórmula para calcular lo que hoy llamamos lote mínimo de producción, que es la cantidad que se debe producir por orden que minimiza el coste de producción y de movimientos de almacén. Fue la primera vez que se utilizaron métodos analíticos para resolver problemas de inventario. Esta idea tuvo

gran impacto en el mundo industrial y se desarrollaron dispositivos mecánicos que calculaban el lote mínimo.

En 1928 T.C.Fry propuso el uso de estadísticas de los niveles de inventario para obtener el nivel ideal de inventario en función del servicio al cliente que se deseaba dar, describiendo el modo de calcular el 'punto de ordenación'.

En los años cuarenta el desarrollo de la industria, sobre todo militar, modernizó los métodos de producción, se empezaron a utilizar máquinas de cálculo y tarjetas perforadas, así como teletipos y tubos neumáticos para establecer una comunicación más veloz entre el departamento de planificación y control y la línea de producción. Se comenzó a utilizar una estructura de producto codificada que se explotaba en función de las órdenes futuras de los clientes (típicamente tres meses) para calcular que había que producir y que componentes había que comprar creándose así los primeros planes de producción y de compras. Paralelamente se formularon modelos matemáticos relacionados con la utilización de variables para optimizar la efectividad. Después de la guerra se empezó a centrar la atención en problemas comerciales y de gestión de alto nivel, como los métodos de obtención de la demanda previsional a largo y medio plazo, el control del inventario y la programación de las líneas de producción.

En los años cincuenta las exigencias de los clientes se hicieron cada vez más apremiantes, siendo el tiempo de respuesta exigido mayor. Las consecuencias fueron el cambio de método en la mayoría de las industrias, pasando de una producción 'make to order' a 'make to stock' y el desarrollo de sistemas de 'master scheduling', es decir, de gestión completa de la orden cliente.

En esta nueva situación se utilizó la política de producción 'a punto de ordenación', que consiste en que tan pronto baje el nivel de inventario de un punto definido, el llamado 'punto de ordenación', se genera una orden con la cantidad del lote económico. Estos dos parámetros se definían según los estudios teóricos ya existentes (como vimos anteriormente) y después de varios años de experiencia y ensayo.

Respecto a la gestión del 'master scheduling' a finales de los años cincuenta se desarrollaron nuevas técnicas de gestión de proyectos, como la conocida PERT (Program Evaluation and Review Technique) utilizada, por ejemplo, en la planificación del desarrollo y la producción de los sistemas de misiles Polaris.

Otro hecho importante ocurrió en los años cincuenta y fue la fundación en 1957 del grupo APICS (American Production and Inventory Control Society) Su número de socios creció rápidamente y continúa así actualmente. Sus actividades docentes, la distribución de documentación y publicaciones especializadas en el campo de la planificación y el control industrial son fundamentales. El diccionario APICS ha sido y

es utilizado en la estandarización de la terminología de esta área, así como en el desarrollo de esta tesis.

En los años cuarenta se empezaron a desarrollar computadores electrónicos en universidades y centros de investigación. Sin embargo, hasta los cincuenta no aparecen los primeros computadores comerciales: 1951 UNIVAC I; 1953 IBM 701; 1954 IBM 650.

Las primeras aplicaciones informáticas en el área industrial fueron procesadores de estructura de materiales llamados BOMP (Bill Of Material Processors) y planificadores de necesidades de material o MRP (Material Requirements Planning). El BOMP cargaba y mantenía los datos referentes a la estructura del material. El MRP utilizaba los ficheros anteriores para explotar los niveles altos de productos que aparecían en las órdenes cliente y desarrollar un plan de producción o compra de los componentes.

Durante los años sesenta las empresas comerciales de software comenzaron a comercializar paquetes MRP estándar. El más extendido fue el COPICS para IBM.

En 1971 APICS decide iniciar una campaña de difusión del MRP automático en contra de los sistemas manuales. Cada vez más compañías introducen el MRP y pronto empieza a ser obvio que el MRP es solo parte de un sistema y que sus resultados son limitados. Por ejemplo, el MRP determina los planes de producción y de compras basándose en el resultado de la función 'master scheduling', si esta entrada es equivocada o poco fiable lo serán también los planos obtenidos. Por tanto en los años 80 todos los esfuerzos han estado dirigidos a desarrollar sistemas MRP II (Manufacturing Resource Planning), añadiendo al MRP módulos para la gestión de las órdenes cliente, de los recursos y de la fábrica en el nivel de programación de la producción. Desarrollada la idea MRP II se empieza a pensar que los datos que necesita son los mismos que los utilizados para el plan del budget haciendo una sencilla conversión de unidades físicas a moneda, cerrándose así todo el ciclo.

A la vez que el sistema empieza a ser más amplio y a cubrir más campos las empresas empiezan a dejar de hacer sus propios sistemas software y a comprar paquetes estándar. Actualmente la industria de comercialización, instalación y consultoría de paquetes MRP II está muy extendida y cada vez se desarrollan más paquetes y con más posibilidades, haciéndolos más flexibles, para evitar las personalizaciones.

A partir de 1975 empezaron a comercializarse los primeros microcomputadores y, desde entonces, se han desarrollado aplicaciones MRP II para ellos.

En los años ochenta las compañías americanas y europeas empiezan a imitar la técnica japonesa del JIT (Just In Time) cuyos principales objetivos son la disminución

de personal, materiales y recursos. En el área de producción implica disminuir los costes, mejorar el control de calidad y el diseño físico de la fábrica. En el área de compras significa aumentar la fiabilidad del producto comprado y mejorar las relaciones con los proveedores, estableciendo contratos cuadro que dentro de unas cantidades y tiempo predefinidos que consientan cierta flexibilidad en los pedidos.

En los años noventa y en el principio del nuevo milenio el desarrollo informático en este campo es muy grande, intentando cubrir las necesidades industriales con la misma velocidad con la que aparecen. En este sentido podemos hablar del nacimiento de los sistemas CIM (Computer Integrated Manufacturing) de ayuda a la fabricación, en funciones tales como transporte y almacenamiento de piezas, gestión de stocks y de puestos de trabajo basados en robots industriales. Posteriormente aparece un concepto más amplio: SCM (Supply Chain Management), sistemas que son capaces de gestionar todas las relaciones existentes en un proceso industrial y de integración con clientes y suministradores. La máxima de 'orientación al mercado' de los últimos años ha cambiado el modo de actuar en las organizaciones. El centro de la actividad no es ya saber producir bien sino saber producir aquello que potencialmente quieren los clientes. El nacimiento de los sistemas CRM (Customer Relationship Management) intenta cubrir esta necesidad dando la posibilidad, mediante tecnología de última generación, de analizar, segmentar y clasificar la relación particular con el cliente. CIM, SCM, CRM deben ser, por tanto, integrados en los sistemas denominados ERP (Enterprise Resource Planning) verdaderos gestores de la información de la organización. El mundo había cambiado y estas soluciones nacidas en los ambientes de manufactura ya eran insuficientes para un mercado donde había organizaciones de todo tipo: de servicios, financieras, comerciales, entre otras, que también necesitaban una solución para controlar sus procesos y, en consecuencia, ser más competitivas. Así nace el concepto ERP integrado, con él se inició el control de áreas como contabilidad, finanzas, administración de órdenes de venta y logística, entre otras, bajo un solo y transparente sistema de información. En este escenario surgen empresas que no sólo desarrollan, sino venden e implantan estas soluciones que, al tener tanto éxito, logran expandirse de manera rápida por el mundo empresarial. La figura 2.14 muestra las áreas de influencia de un sistema ERP integrado.



Figura 2.14 Áreas de influencia de un sistema ERP integrado

Situándonos en el estado del arte actual, el uso de las nuevas tecnologías en los sistemas de información representa un factor clave en el actual mundo empresarial competitivo:

- ? Permiten tratar todo tipo de información (audio, video, texto, etc.) de forma integrada, haciéndola disponible y manipulable a costes extremadamente reducidos.
- ? Permiten representar en modo virtual el mundo real, disminuyendo tiempos de investigación, desarrollo y de proyecto y aumentando la eficacia de los procesos de aprendizaje.
- ? Son la base de los nuevos modelos de economía basada en el conocimiento, en los cuales la clave se encuentra en la representación del conocimiento y en la capacidad de aprendizaje, en vez de en los recursos materiales.

Su evolución es ya un hecho y se desarrolla por tres vías fundamentales: EDI (Intercambio Electrónico de Datos), internet y aplicación de sistemas inteligentes.

2.1.3. Sistemas Enterprise Resource Planning (ERP)

Término que designa soluciones o procedimientos configurados como sistemas de información orientados a la planificación de todos los recursos de una empresa. Estas soluciones cubren de forma total o parcial todas las áreas de actividad de una empresa. Son soluciones a los problemas o necesidades de los usuarios del sistema considerado (empresa o red) en las distintas áreas operativas: económico-financiera; logístico-comercial, producción y recursos humanos.

Optimizar los recursos de una empresa pasa por una planificación seria, pero con un punto de flexibilidad. Una buena organización es clave para lograr que los planes empresariales se cumplan. Con este objetivo, nacieron los llamados ERP (Enterprise Resources Planning) hace ya más de dos décadas.

Los ERP pueden ser vistos desde distintas perspectivas, simplemente como productos software o, utilizando una visión organizativa empresarial, como el creador de una estructura integrada de procesos y datos en una organización. Podemos encontrar varios estudios que utilizan esta definición. [Klaus et al., 2000] define ERP como ‘una solución software que busca integrar el rango completo de procesos y funciones de negocio para presentar una visión holística de los negocios desde la arquitectura de los Sistemas de Información’. [Yen y Chou, 2001] se refieren a los ERP como ‘software que puede ser usado para integrar información a través de todas las funciones de una organización para automatizar los procesos de negocio corporativos’. Claramente, de ambas definiciones, se extrae la idea de información compartida e integración de funciones. De forma más precisa [Hedman y Kalling, 2002] destacan la utilización de una única base de datos que permita a los distintos departamentos de una organización compartir de forma efectiva la información y comunicarse entre ellos. [Yen et al., 2002] destacan la eliminación de información redundante de la base de datos y de distintas versiones de ella, en beneficio de la calidad de los datos y de su mejora como soporte a las decisiones.

En un principio, los ERP- sistemas integrados de planificación y gestión- emergieron en el mundo de las fábricas para optimizar sus recursos. Se trataba de unos ERP menos sofisticados que los actuales, pero bastaron entonces para revolucionar las empresas con una lógica muy simple: se fija el momento en que una de las etapas de la fábrica toca a su fin y, a partir de ahí, se emprende una segunda etapa. Este sistema permite establecer de antemano cuándo se inicia una fase y cuándo concluye, para pasar a lanzar la siguiente. Al mismo tiempo, se resta automáticamente el material empleado del total de stock disponible, para que los responsables sepan qué cantidad exacta hay que reponer tras un proceso. Esta forma de optimizar el control de los materiales fue, ya en los 70, un enfoque de futuro para las empresas. Los sistemas de gestión utilizados hasta entonces cubrían aspectos muy básicos, poco a poco se fueron añadiendo programas y aplicaciones individuales que realizaban tareas muy concretas y que no se integran con el resto. Con los años las organizaciones contaban con sistemas parcheados que proporcionaban información duplicada, a veces inconsistente entre sí. Los problemas que se generaron no fueron solo técnicos: actualizaciones, duplicaciones, sino, también estructurales y organizativos. El coste global de mantenimiento de estos sistemas y el añadido por la falta de datos de calidad como soporte a las decisiones creció rápidamente. En este contexto la introducción de sistemas ERP, con su promesa de integración y calidad, fue como el cumplimiento de un sueño [Markus y Tanis, 2000].

Hoy en día, los Enterprise Resources Planning se han vuelto más complejos pudiendo alcanzar, no sólo el área de operaciones, sino también otros departamentos de la empresas, como el de Finanzas o el de Recursos Humanos: ya estamos en la era de los sistemas llamados MRP II (Manufacturing Resources Planning). Ahora las necesidades de flexibilidad e integración obligan a llevar a cabo la gestión de toda la empresa como si fuera una sola unidad. [Markus y Tanis, 2000] describen este hecho como ‘una compañía, un sistema’. Todo ello ha permitido, durante los últimos años, generar valor e incrementar los beneficios a través de una cultura orientada a la eficiente gestión de los recursos internos. La figura 2.15 muestra la estructura de un ERP estándar.

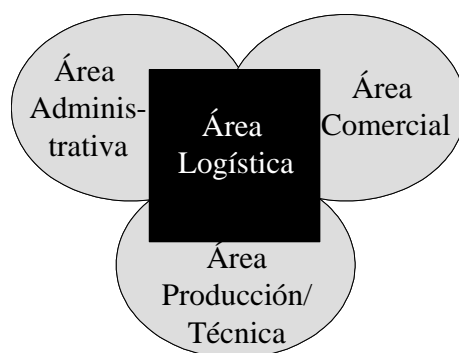


Figura 2.15 Estructura por áreas de un ERP estándar

El Área Administrativa cubre las funciones de Contabilidad general, Control de gestión, Tesorería, Gestión financiera, Gestión económica de las relaciones con clientes y proveedores y de los créditos y Gestión del personal.

El Área Comercial cubre las funciones de Gestión de las relaciones con los clientes, Marketing, Políticas comerciales y de precios, Gestión de agentes, vendedores y representantes, E-commerce, Generación de órdenes cliente y Emisión de Ofertas.

El Área de Producción/Técnica cubre las funciones de Definición y gestión técnica del producto, Generación de órdenes de producción a distintos niveles, Gestión de la subcontratación, Planificación y control de la actividad productiva, Gestión de la calidad del producto, Sistemas CAD/CAM y Asistencia técnica postventa.

El Área Logística cubre las funciones de Integración de los distintos procesos de negocio, Organización lógica y física de productos y materias primas, Gestión de la existencia física de materiales y su aprovisionamiento, Almacenamiento y distribución de los productos y Clasificación de los materiales en recepción.

Los sistemas ERP, como el resto de la tecnología de la información, han evolucionado muy rápidamente. Durante la década de los ochenta se diseñaban para sistemas mainframe, en los noventa esta estructura dejó paso a la arquitectura cliente-

servidor y, en nuestros días, se están creando nuevas versiones que utilicen las ventajas de la web.

El funcionamiento de un sistema ERP estándar se basa en la existencia de una base de datos común y unas funciones integradas, de esta forma se evita el problema de la fragmentación de la información en las grandes empresas y se obtiene una cultura empresarial compartida con funciones, datos, procedimientos y lenguaje común. Esta ventaja se muestra en la figura 2.16, en ella se ve como antes del uso de un sistema ERP cada función se soporta mediante múltiples aplicaciones e interfaces, cada una con su propia base de datos. En el modelo posterior cada aplicación se soporta mediante un único módulo del sistema y las interfaces entre módulos y todas las aplicaciones utilizan una única y central base de datos. Además, el sistema es escalable, es decir, se pueden añadir módulos con nuevas funciones cuando se necesiten.

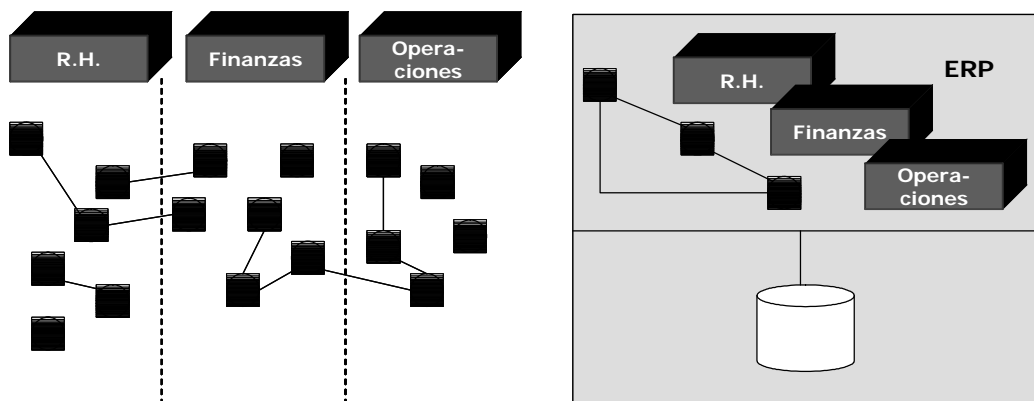


Figura 2.16 Antes y después del uso de un sistema ERP

Además de la integración de la información los sistemas ERP proporcionan un conjunto de procesos de negocio basados en las buenas prácticas [Davenport, 1998]. Normalmente es un modelo predefinido para empresas de un sector o de un tipo de negocio y de un tamaño. La flexibilidad necesaria para cada empresa individual la proporciona un conjunto de parámetros integrados en la base de datos que permiten, a niveles muy detallados, aplicar distintas estrategias empresariales. Los datos contenidos en el sistema podemos dividirlos en tres grandes grupos: anagráficos (clientes, productos), documentos (facturas, órdenes de producción) y configuración (parámetros y preferencias). En cuanto a las funciones del sistema podemos clasificarlas en entrada de datos, elaboración y transformación y reporting o generación de informes, tanto operativos (detalle de datos de control, impresión de documentos) como de dirección (estadísticas, análisis). El sistema gestiona la actividad por procesos, no por funciones.

Además de la visión global presentada se pueden estudiar más en detalle las características de un sistema ERP [O'Leary, 2000]. Podemos destacar las siguientes características de este tipo de sistemas desde un punto de vista técnico:

- ? Modularidad. El sistema se divide jerárquicamente en módulos y submódulos que pueden instalarse de forma independiente, pero que trabajan siempre integrados. Esto permite cambios demasiado radicales en una organización, instalando primero un núcleo de módulos esenciales y añadiendo otros módulos cuando se necesiten.
- ? Integración. Tanto interna, entre los módulos, como externa, ya que contiene soluciones técnicas de comunicación con otras arquitecturas informáticas y bases de datos.
- ? Parametrización. Proporciona un conjunto bastante amplio de variables que activan o desactivan funciones o procedimientos generales o personalizan la forma de realización de estas funciones o procedimientos, de manera que permiten adaptar el funcionamiento del sistema a las distintas estrategias empresariales y procesos de negocio.
- ? Flexibilidad estratégica. Permite medir el alcance de objetivos estratégicos bien definidos y adaptarse a eventuales cambios en estos objetivos, todo ello en tiempo real.
- ? Flexibilidad de arquitectura. Permite la elección de la plataforma de soporte hardware y software.
- ? Accesibilidad. Proporciona interfaces fáciles de entender y personalizar. Los datos se expresan en la forma más sencilla y útil a diferentes exigencias.
- ? Reporting o generación de informes. Garantiza la flexibilidad en la forma de obtener información y en la forma de interrogar al sistema. Es posible crear consultas personalizadas de forma fácil y rápida, sin necesidad de conocimientos informáticos.
- ? Workflow o flujos de trabajo. Permite definir y utilizar de forma coherente con el sistema instrumentos de modelización de procesos. Gestiona el uso de la información según las reglas de trabajo establecidas en los procesos de negocio, aunque es posible definir y tratar excepciones.
- ? Seguridad. Utiliza sistemas técnicos de seguridad que permiten las conexiones a través de redes interna y externas sin peligro de la integridad y la confidencialidad de los datos. Gestiona distintos niveles de usuarios y claves personales asociadas a procesos y datos.

- ? Referencias. Al ser un sistema estándar normalmente está ya instalados en otras empresas, lo cual implica que ha sido ya probados y corregido.
- ? Universalidad. Disponibilidad en lenguas distintas y soporte a distintas legislaciones, monedas o culturas.
- ? Transparencia. Si el sistema es transparente las decisiones que toma o las recomendaciones que da son fácilmente entendidas por el usuario. Las personas que utilizan el sistema deben ser capaces de entender claramente lo que este hace y decidir si seguir adelante con los planes obtenidos o modificarlos. Este sistema debe ser totalmente contrario al concepto de caja negra.
- ? Usabilidad. El sistema proporciona una interfaz de usuario única, con el mismo diseño gráfico, iconos y menú en todos los módulos.

La determinación de adquirir un sistema ERP debe ser sumamente estudiada, ya que no solo implica el hecho de adquirir el software, implica mas que nada un cambio en la cultura, en la forma de realizar las operaciones, implica la transformación de los procesos, todo con el fin de lograr el avance y liderazgo de la compañía. Se pueden detallar alguno de los beneficios que proporciona la implantación de un sistema ERP.

Entre los beneficios intangibles se pueden destacar:

- ? Mejora de la calidad y visibilidad de la información.
- ? Mejora del proceso de negocio.
- ? Integración.
- ? Mejora de la respuesta a los clientes.
- ? Estandarización.
- ? Reducción de costes o mejora de la productividad.
- ? Mejora en la cadena de procesos.
- ? Estandarización de los procesos de negocio.
- ? Mejora de la flexibilidad.
- ? Mejora del coste de la estructura.
- ? Globalización.
- ? Funcionamiento del negocio.
- ? Nuevo modelo de negocio.

Entre los beneficios tangibles se pueden destacar:

- ? Reducción de personal.
- ? Reducción de inventario.

- ? Reducción de los costes de Sistemas de Información.
- ? Mejora de la productividad.
- ? Mejora de los beneficios.
- ? Mejora del control de pedidos y de la duración del ciclo del pedido.
- ? Control eficaz de la tesorería.
- ? Reducción de los costes de adquisición.
- ? Rebaja de los ciclos financieros.
- ? Reducción de los costes de mantenimiento.

[Ross y Vitale, 2000] resumen en la figura 2.17 los beneficios que se deben obtener con la implantación de un sistema ERP y sus conexiones:

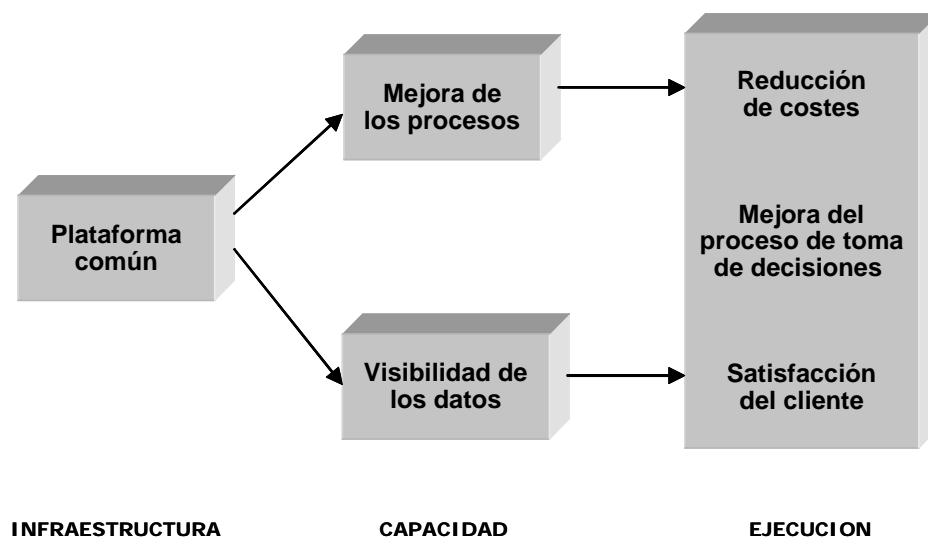


Figura 2.17 Beneficios interrelacionados de un sistema ERP

El número de compañías que decide implementar un ERP se está incrementando rápidamente [Granlund y Malmi, 2002]. Las ventas del suministrador más importante de sistemas ERP, el alemán SAP, han pasado de algo menos de 500 millones de dólares de 1992 a, aproximadamente, 7,5 billones de dólares en 2002 [SAP, 2002]. El resto de suministradores del sector han tenido también un importante crecimiento. En estos últimos años el beneficio no ha crecido de forma exponencial, aunque la tendencia sigue al alza. Según el Gartner Group en el año 2004 los beneficios de ventas de licencias ERP se han incrementado un 9,4%. A nivel mundial existen seis fabricantes principales de ERP, que se reparten el 64% del total de este mercado: SAP, Oracle, PeopleSoft, JD Edwards, Baan y Siebel. Estos fabricantes marcan la pauta del mercado ERP. Todos ofrecen soluciones en las principales funciones del producto y cada uno aporta algo distinto. Todos tiene integradas sus soluciones en el concepto e-business, con soporte total del uso de sus aplicaciones con Internet.

En España, según un estudio elaborado por el grupo Penteo a finales del 2003, entre más de 300 empresas españolas con una facturación superior a 20 millones de euros, el 70% de ellas cuenta con algún sistema de ERP, y un 8% espera hacerlo en breve. Las áreas en las que se encuentran más implantados estos sistemas son las de finanzas (68%), compras (64%), logística (61%) y producción (51%), mientras que donde menos se utilizan son en los departamentos de Comercial y Recursos Humanos. La figura 2.18 muestra el mercado español de los ERP en los últimos años, según un estudio realizado por IDC España.

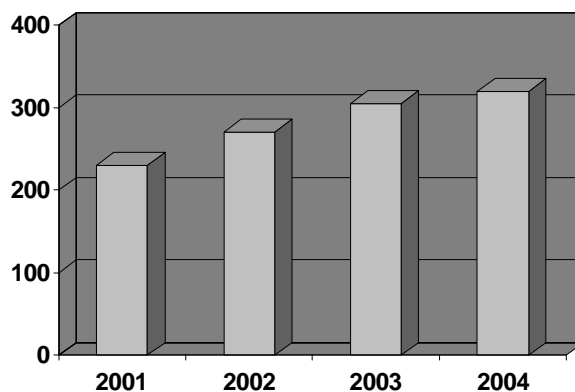


Figura 2.18 Ventas de sistemas ERP en España (millones de dólares)

La investigación del grupo Penteo señala, como muestra la figura 2.19 que SAP es el proveedor de ERP con mayor penetración entre las grandes empresas españolas, con una cuota de casi dos tercios del mercado, muy por delante de sus otros competidores.

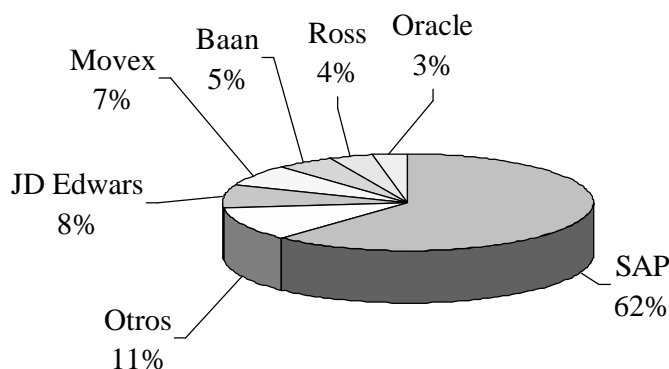


Figura 2.19 Proveedores ERP en el mercado español

A continuación se describe brevemente cada uno de ellos.

SAP (www.sap.com)

SAP es el líder mundial en el suministro de soluciones e-business colaborativas. Con 36.000 instalaciones que prestan servicio a 10 millones de usuarios de 13.500 empresas en 120 países de todo el mundo, SAP se ha convertido en el tercer proveedor independiente de software más importante del mundo. Lleva 33 años en el negocio del e-business y fue fundada en 1972 por cinco antiguos ingenieros de sistemas de IBM. La sede de la empresa está en Walldorf, Alemania.

SAP fue fundada el 1 de Abril 1972 por cinco personas: Wellenreuther, Hopp, Hector, Plattner y Tschira. Mientras que estaban empleados en la IBM, habían desarrollado un paquete de contabilidad financiera que funcionaba en bloques para un cliente de IBM (Naturin). SAP compró los derechos a Naturin y empezó con el diseño y aplicación de un sistema financiero a tiempo real como un paquete básico sobre las experiencias que se tenía en el programa. Vendieron la primera copia del sistema básico a ICI por el mismo precio que a los últimos clientes. Simultáneamente, desarrollaron un sistema de administración de materiales, como software a medida para ICI, pero se reservaron los derechos de propiedad para SAP. Con el dinero obtenido financiaron el desarrollo del sistema financiero contable. Posteriormente el sistema de administración de materiales se convirtió en un paquete estándar, que se financió con los beneficios del sistema financiero contable. Los dos sistemas desarrollados fueron los primeros módulos de los que se llamo el sistema R, que solo más tarde, póstumamente se renombró R/1 para distinguirlo mejor de sus sucesores R/2 y R/3. SAP R/3, es el actual ERP de SAP, ofrece soluciones estándares para las necesidades completas de información de una compañía en el área del software de negocios.

mySAP Business Suite es una familia de soluciones que ofrece aplicaciones de negocio abiertas (a través de internet) que maximizan la rentabilidad de las relaciones integrando personas, información y procesos. Está compuesto de las siguientes soluciones:

- ? mySAP ERP, proporciona funcionalidades completas para el análisis de negocio, las finanzas, la gestión del capital humano, las operaciones y los servicios corporativos. Además, proporciona también soporte para cuestiones referentes a la gestión de sistemas como, por ejemplo, la administración de usuarios, la gestión de configuración, la gestión de datos centralizada y la gestión de servicios web.

- ? mySAP CRM, esta solución ofrece funcionalidad a través de todo el ciclo de compromiso con los clientes, proporcionando todas las características y funciones necesarias para la planificación de marketing, gestión de campañas, telemarketing y segmentación de clientes.

- ? mySAP SCM, ofrece potentes funcionalidades de coordinación que realizan un seguimiento de los procesos financieros, de información y de materiales e identifican las excepciones de procesamiento. Además de la coordinación, mySAP SCM cubre la planificación, ejecución y colaboración en la cadena de suministro.

- ? Soluciones para la PYME, soluciones diseñadas especialmente para la pequeña y mediana empresa. En la actualidad, SAP ha lanzado dos nuevas iniciativas para la PYME:
 - o mySAP All-in-One, son soluciones preconfiguradas para satisfacer las necesidades de una Pyme y pueden ajustarse para que funcionen en un sector determinado. Están diseñadas para empresas que requieren un alto grado de funcionalidad específica para su sector.
 - o SAP Business One, solución más sencilla que permite satisfacer las necesidades de negocio más comunes, como contabilidad, elaboración de informes, logística, automatización de la fuerza de ventas, etc. Está diseñado para pequeñas empresas que requieren soluciones de TI con una funcionalidad específica para su sector menos compleja.

- ? Soluciones industriales, soluciones adaptadas y diseñadas para sectores concretos, reflejando los procesos de negocio y las características propias de cada sector. SAP dispone de 23 soluciones industriales o también denominadas soluciones verticales. Por ejemplo, la solución industrial SAP for Automotive está diseñada para satisfacer las necesidades específicas del sector automovilístico vinculando procesos de negocio complejos dentro de un flujo lógico. SAP Soluciones Industriales permite una integración y una colaboración homogéneas de las distintas organizaciones internas, además de ofrecer soporte para los procesos de negocio que abarcan a múltiples empresas. Además, ofrece un único punto de acceso fácil de utilizar tanto a la información como a las aplicaciones, todo ello basado en una tecnología web avanzada.

Las principales características de SAP R/3 son:

- ? Información on-line. Esta característica significa que la información se encuentra disponible al momento, sin necesidad de esperar largos procesos de actualización y procesamiento habituales en otros sistemas.
- ? Jerarquía de la información. Esta forma de organizar la información permite obtener informes desde diferentes vistas.
- ? Integración. Esta es la característica más destacable de SAP R/3 y significa que la información se comparte entre todos los módulos de SAP R/3 que la

necesiten, así como entre todas las áreas. La integración en SAP R/3 se logra a través de la puesta en común de la información de cada uno de los módulos y por la alimentación de una base de datos común. Por lo tanto, hay tener en cuenta que toda la información que se introduce en SAP R/3 repercutirá, en tiempo real, a todos los demás usuarios con acceso a la misma. Este hecho implica que la información siempre debe estar actualizada, debe ser completa y debe ser correcta.

El sistema SAP R/3 está formado por distintas funciones que trabajan de forma integrada. Además SAP R/3 dispone de su propio lenguaje de programación de cuarta generación, denominado ABAP/4. A continuación se muestra una breve descripción cada uno de estas funciones:

1. Herramientas de análisis.

- ? Proporcionan análisis y evaluaciones para planificar y controlar actividades de la empresa para mejorar el rendimiento.
- ? Soporta la toma de decisiones con simulaciones para mejorar la respuesta ante los cambios.
- ? Ayuda a la dirección a reconocer y capitalizar las oportunidades para crear valor en las operaciones diarias y aumentar de este modo el valor de una organización.

2. Finanzas.

- ? Le ayuda a monitorizar todas las transacciones financieras en tiempo real para obtener una información más precisa y oportuna.
- ? Ofrece un amplio soporte a las obligaciones de dirección de las corporaciones, incluyendo el cumplimiento de normas internacionales y también la gestión de informes financieros transparente, reduciendo el riesgo de incumplimiento.
- ? Simplifica el procesamiento de los pagos entrantes y salientes, garantizando la mejora del flujo de caja.
- ? Combina la planificación, la gestión de informes y el análisis de medidas competitivas en un proceso para proporcionar un análisis más fundamentado del negocio.
- ? Proporciona herramientas para medir y optimizar el rendimiento de tareas importantes para aumentar la productividad.

3. Gestión del capital humano.

- ? Proporciona una amplia variedad de servicios y procesos para la gestión efectiva de recursos humanos, incluyendo la gestión de transacciones con los empleados, gestión del ciclo de vida de los empleados, contratación,

formación y gestión de las relaciones con los empleados, lo cual tiene como resultado una mejor productividad y retención del personal.

4. Operaciones.

- ? Refuerza la capacidad logística en aprovisionamiento, producción, almacenamiento, transporte, ventas y distribución, y mantenimiento para crear una empresa más eficiente y optimizada.
- ? Sienta la base para la mejora en toda la organización de los procesos de negocio y de la colaboración con proveedores, clientes y otros partners, mejorando la utilización de los activos.

5. Servicios corporativos.

- ? Soporta los servicios organizativos centralizados y descentralizados en áreas tales como la gestión de bienes inmuebles, gestión de viajes, tesorería, gestión de incentivos y comisiones, medio ambiente, salud y seguridad, minimizando los costes y optimizando el rendimiento de las ventas.

6. Self-services.

- ? Ofrece a los directores y empleados un acceso inmediato y personalizado a los servicios corporativos, ahorrando tiempo y esfuerzo.

7. SAP NetWeaver.

- ? Consigue una arquitectura técnica uniforme y una plataforma de solución con una flexibilidad mejorada para satisfacer necesidades futuras.
- ? Integra a usuarios, información, procesos y aplicaciones, lo cual da como resultado una mayor productividad.
- ? Soporta la tecnología de portal, business intelligence y tecnologías portátiles que ahorran tiempo y reducen costes.
- ? Permite el mejor uso posible de las inversiones de IT existentes para minimizar el coste total de propiedad.

JD Edwards (www.jdedwards.com)

J.D. Edwards, que lleva en el mercado desde los años 70, empezó en Denver, Colorado, y hoy en día está implantado en todo el mundo. Recientemente ha sido absorbida por la empresa PeopleSoft, a la cual nos referiremos a partir de ahora. Peoplesoft por su parte empezó su andadura en el año 1987, diseñando aplicaciones de gestión empresarial basándose siempre en la tecnología más innovadora. PeopleSoft es la segunda empresa de software de gestión empresarial más grande del mundo, con

12.200 clientes en más de 25 sectores y 150 países. Tanto PeopleSoft como J.D. Edwards aportan a la empresa características exclusivas y complementarias en las áreas respectivas de productos, mercados y sectores.

El conjunto de productos empresariales de PeopleSoft (que incluyen Gestión del Capital Humano, Finanzas, Gestión de Relaciones con el Cliente (CRM), Gestión de Relaciones con Proveedores y Gestión de Producción) está considerado como uno de los mejores del mercado, mientras que las aplicaciones de J.D. Edwards de Fabricación y Distribución, Gestión de Activos y Gestión de Bienes Inmuebles se encuentran entre las más avanzadas del sector.

Históricamente, las dos empresas se han concentrado en mercados diferentes. PeopleSoft es un líder reconocido en sectores de Servicios: Finanzas, Telecomunicaciones, Asistencia Sanitaria, Selección de Personal, Enseñanza Superior y Administración Pública. Por su parte, J.D. Edwards figuraba como líder reputado en los sectores de Fabricación y Distribución, así como en organizaciones con gran número de activos, incluidas empresas constructoras, papeleras, inmobiliarias, así como compañías de explotación minera, biomedicina y productos de consumo. La presencia conjunta de la nueva PeopleSoft se traduce en una posición de liderazgo y en grandes oportunidades de mercado en más de 25 sectores.

Tienen una filial para España, llamada PeopleSoft Iberica, la cual se constituyó en 1996 para comercializar los productos PeopleSoft en España y Portugal. Hoy en día ha sufrido un crecimiento notable con más de 380 clientes de diferentes ámbitos comerciales. Su objetivo principal es poner al alcance de sus usuarios las mejores herramientas y soluciones de gestión empresarial con un meticuloso servicio de atención al cliente y soporte, colaborando para ello con las principales empresas de servicios y tecnología. En concreto, en el mercado español PeopleSoft se ha ubicado, por una parte dentro del mundo de las grandes empresas en los sectores de banca, servicios y telecomunicaciones, y por otra en el de la mediana empresa, en los sectores de productos de consumo, fabricación y distribución.

Existen tres grandes soluciones las que presenta PeopleSoft juntamente con JD Edwards. Con estos tres productos se brinda a cada sector empresarial una solución específica a sus necesidades, ya sea productos generales, productos específicos de la industria o soluciones completas:

1. PeopleSoft Enterprise. Son un conjunto de aplicaciones basadas en el concepto de Internet, con una configuración flexible y una integración abierta con los diversos proveedores. Es la opción ideal para las áreas de Finanzas, Gobierno, Educación, Salud y demás segmentos de Servicios. Por otra parte también es una excelente opción para funciones principales de las Empresas,

tales como Recursos Humanos, Finanzas, Tecnología de la Información, Compras, Marketing, Servicios y Ventas.

2. PeopleSoft EnterpriseOne. Es la opción adecuada para organizaciones que fabrican, construyen, distribuyen, brindan servicios o administran productos o activos físicos. Es decir una serie de aplicaciones diseñadas para una instalación rápida y una administración simple en una arquitectura totalmente basada en Internet.
3. PeopleSoft World. Son un conjunto de aplicaciones para la plataforma IBM iSeries. Las aplicaciones están estrechamente integradas y predefinidas en una única base de datos y cuentan con una arquitectura basada en Internet.

Movex (www.movex.net)

Intentia Consulting S.A. es la empresa subsidiaria de Intentia en España responsable de la comercialización e implantación de Movex en el mercado español. Fundada en Suecia en 1984, Intentia es uno de los principales proveedores mundiales de aplicaciones e-business y de soluciones integradas de gestión. La compañía desarrolla, distribuye e implanta Movex, única solución del mercado multiplataforma y enteramente programada en Java. Movex gestiona simultáneamente los procesos internos de cualquier empresa y las relaciones con sus clientes, proveedores y partners. Intentia ofrece, además, productos y servicios especialmente diseñados para los sectores de la distribución, alimentación y bebidas, moda y textil o mantenimiento, entre otros. El grupo, que cotiza en la Bolsa de Estocolmo, emplea a más de 3.500 personas en 40 países y cuenta con más de 3.500 clientes en todo el mundo.

La tecnología de Intentia basada en Java, proporciona a los usuarios bajo coste de la propiedad, alta escalabilidad e independencia de plataforma. Movex Java está creado para el cambio y proporciona escalabilidad prácticamente ilimitada haciendo que se pueda gestionar la expansión sin problemas.

Intentia cubre prioritariamente las necesidades del sector de la distribución y para ello ofrece el producto, la tecnología y la organización del proyecto, para asegurar que su solución sea:

- ? La aplicación de distribución funcionalmente más completa.
- ? Creada a partir de la tecnología más avanzada.
- ? Capaz de proporcionar el menor tiempo de implantación.

Esta solución se llama Movex Distribución. Es un software abierto, que puede comunicarse con Oracle, SQL Server y Centura SQLBase y bajo ambientes Win NT. Orientado hacia el usuario final, con una ayuda especial que permite al usuario crear consultas no previstas de toda la información del sistema. Se pueden almacenar esas consultas especiales y quedarse como consultas estándar. También permite diseñar y obtener informes según las necesidades de análisis de cada momento, y da facilidades de correo, etiquetas o exportación a herramientas de escritorio. Así mismo permite exportar e importar cuentas y contactos de la empresa mediante un lenguaje descriptivo que también permite importar y exportar plantillas para una importación/exportación más avanzada.

En lo que respecta a la seguridad da la facilidad de habilitar/deshabilitar las funciones por usuario y los niveles de acceso restringido para grupos de usuario: lectura, cambios, agregar o borrar. Está integrado con otros programas de ofimática como Word, Excel, Project y SQL Server. Los principales movimientos del sistema quedan históricamente registrados, lo cual es una gran herramienta de auditorías.

Las ventajas específicas de este ERP es que trabaja en ambiente Windows, la generación de listados e informes según necesidades y conversión de listados a formato Excel, el acceso fácil y flexible a toda la información, el hecho de que todos los usuarios pueden tener acceso a los datos de manera simultánea, los avisos claros de error en introducción de datos, y la facilidades para añadir nuevas funciones.

Es un ERP sólido, del cual los implantadores dicen que se puede comparar con los ERP más grandes del mercado, aunque tiene una muy fuerte orientación hacia la producción, por lo que si una empresa se dedica principalmente a la fabricación, puede ser un candidato muy interesante. El único defecto, si es que se puede juzgar de esa manera, es que sólo trabaja, hasta ahora, en equipos AS/400, lo que puede reducir su mercado.

Baan (www.baan.com)

Baan se convierte en una compañía subsidiaria de SSA Global Technologies, Inc.TM en el año 2003, por ello haremos referencia a SSA Global. SSA Global es uno de los mayores proveedores mundiales de soluciones ERP y sus extensiones. Proporciona tres soluciones diferentes:

1. SSA ERP. Es una solución modular construida para la empresa industrial. Dispone de las funciones de finanzas, ventas, compras, logística y servicio entre otras, siendo su fortaleza principal los módulos de producción que

ofrecen importantes beneficios. Está especialmente enfocado para empresas de fabricación.

2. Soluciones industriales. SSA dispone de una solución específica para la industria de la Automoción, que permite controlar las siguientes facetas:

- ? La cadena de suministros y las operaciones de facturación.
- ? Implantación de procesos de entrega JIT, rastreando materiales desde la recepción de su ingreso y su manufactura, hasta el momento de la entrega a los clientes.
- ? Gestionar el inventario y costes, incluso hasta el nivel de materiales reutilizables de empaquetado.
- ? Coordinar su programación de producción a nivel de celdas con los requerimientos de los clientes.
- ? Por último, brindar una mejora en el flujo y gestión de la documentación EDI.

3. SSA Extensiones de soluciones. Ayudan a aumentar la productividad, logrando un trabajo más eficiente con los elementos constituyentes clave, como vendedores, proveedores, partners y clientes. Las extensiones ofrecidas son:

- ? La cadena de suministros (SCM)
- ? La gestión de la función corporativa (CPM)
- ? La gestión de relaciones con los clientes (CRM)
- ? La gestión de la relación con proveedores (SRM)
- ? La gestión de los ciclos de vida de los productos (PLM).

Ross (www.rossinc.com)

Ross System es una empresa líder en la distribución de sistemas empresariales de gestión y soluciones eBusiness especializada en los sectores de industria de proceso, alimentación y bebidas, servicios y sector sanitario. Dispone de una familia completa de soluciones integradas de gestión empresarial. La compañía está presente en España desde 1988 y tiene su sede central en Barcelona. Más de 150 empresas españolas han implantado soluciones de Ross Systems.

El actual producto comercial se denomina iRenaissance. Es una gama de soluciones que proporciona un entorno totalmente Web en todas y cada una de sus áreas de gestión:

- ? iRenaissance ERP es una solución global de gestión empresarial que integra las siguientes áreas: Gestión Financiera, Logística y Producción/Planificación.
- ? iRenaissance Reporting engloba un conjunto de soluciones integradas con iRenaissance ERP que abarca cualquier tipo de informe de gestión, así como formatos de impresión de salida, con el objetivo de minimizar el tiempo de los profesionales en la obtención y captura de datos y ponerlos a disposición de todos los demás usuarios de la compañía.
- ? Soluciones verticales. Ofrecen funcionalidades diseñadas específicamente para los siguientes sectores: Alimentación y bebidas, Químico farmacéutico, Cerámicas, Cárnicas, Sanidad, Puertos, Productos naturales y Metales.
- ? Soluciones eBusiness: integración con sistemas que permiten la circulación de información en los dos sentidos, desde el servidor central a la web y desde la web al servidor central.

Oracle (www.oracle.com)

La empresa Oracle es la principal suministradora de Bases de Datos, herramientas informáticas y soluciones globales de gestión empresarial (ERP) para las grandes y medianas compañías a nivel mundial. La empresa ofrece su base de datos, herramientas y productos de aplicación, junto con servicios relacionados de consultoría, educación y soporte. Con sede en Redwood Shores, California, Oracle es la primera compañía de software que desarrolla e implementa software para empresas completamente activado por Internet a través de toda su línea de productos: base de datos, servidor, aplicaciones comerciales para empresas y herramientas de desarrollo de aplicaciones y soporte de decisiones. Presenta tres tipos de soluciones:

1. Soluciones basadas en el Sector (ingeniería y construcción, viajes y transporte, sector químico, comunicaciones, etc.).
2. Soluciones basadas en los Negocios (medianas empresas, gobierno, administración de la cadena de abastecimiento, etc.).
3. Oracle e-Business Suite Special Edition, conjunto completo de aplicaciones comerciales para la administración y automatización de procesos de una organización. Es una solución completa e integrada que incluye aplicaciones de finanzas, marketing, ventas, servicios, contratos, cadena de abastecimiento, logística (compras, pedidos, inventario), I+D, planificación,

producción (discreta, por proceso, por proyectos), mantenimiento de planta y recursos humanos.

2.1.4. El problema de la parametrización en implantaciones ERP

Los sistemas ERP son caros, complejos y notoriamente difíciles de implantar. Para instalar y parametrizar correctamente el sistema, se suele requerir de la ayuda de integradores expertos. Según un estudio del grupo Penteo elaborado a finales de 2003, el coste total de implantación, que incluye software, hardware, consultoría y personal interno, puede llegar a representar el 2% o el 3% de la facturación anual de una gran empresa. Sin embargo, más de la mitad de las empresas españolas que cuentan con un sistema ERP considera que está insuficientemente explotado. El gráfico que muestra la figura 2.20 detalla el estudio realizado por este grupo en empresas españolas que utilizan sistemas ERP.

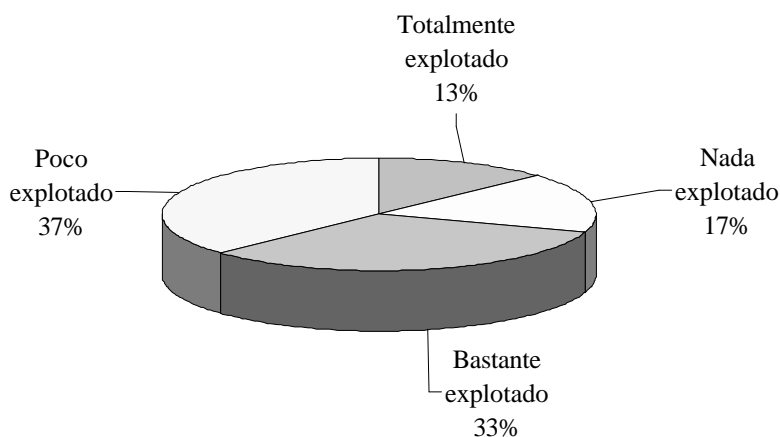


Figura 2.20 Grado de explotación del potencial de un sistema ERP

Una vez que se ha decidido implementar un ERP, es importante saber cuáles son los parámetros necesarios para escoger el correcto, por lo que a continuación se presenta una lista de características que según [Spratt, 2000] deben verificarse:

- ? Aplicabilidad. Debe de encajar con las necesidades del negocio.
- ? Integración. Debe integrarse con otros componentes y paquetes.
- ? Adaptabilidad. Ya que es muy difícil que las empresas sean estáticas.
- ? Escalabilidad. Debe de poder cambiarse por nuevas versiones.

Como se desprende de la lista de parámetros anteriores la flexibilidad a las necesidades del negocio, a los cambios del entorno y al escenario empresarial son la base fundamental para una buena elección. En los sistemas ERP esta flexibilidad se consigue gracias a la capacidad de parametrización que el sistema posea.

Tradicionalmente cuando se pretendía implantar un sistema ERP nos enfrentábamos a tres posibilidades: comprar un paquete software, desarrollar los programas que implementen el sistema o comprar un paquete estándar y modificarlo según las necesidades de la organización. Las empresas pequeñas no tenían mucha elección ya que no cuentan con los medios para desarrollar o modificar un sistema tan complejo. Las empresas más grandes debían decidir entre las ventajas que tienen las tres posibilidades.

Las principales ventajas de comprar un paquete software son las siguientes:

1. Un sistema ERP es muy complejo y vasto por lo que el coste de desarrollarlo internamente excede al de la compra
2. Desarrollar el software internamente probablemente llevará años de trabajo, mientras instalar un paquete ya comprado puede hacerse en, aproximadamente, un año, dependiendo del entorno.
3. Los analistas y programadores que trabajan en las empresas que comercializan estos paquetes poseen una experiencia probada en los temas específicos a implementar.
4. Los paquetes a la venta normalmente están ya instalados en otras empresas, lo cual implica que han sido ya probados y corregidos.

Una vez decidida la compra de un producto ya desarrollado es muy importante elegir cual, para ello es aconsejable seguir los siguientes pasos:

1. Determinar que funcionalidad se quiere que cubra el paquete. Es conveniente establecer dos listas: funciones fundamentales y deseables.
2. Estudiar los paquetes existentes en el mercado. Es conveniente acudir a consultores especialistas. Es importante tener en cuenta estos puntos:
 - ? La empresa que distribuye el paquete tenga solvencia, esté establecida en la zona donde se quiere implementar y tenga los recursos necesarios para dar soporte.
 - ? El paquete sea compatible con el hardware existente en la empresa.
 - ? Esté ya instalado en otras empresas. En este caso sería conveniente entrar en contacto con los responsables del paquete en alguna de estas empresas.

3. Ponerse en contacto con los representantes de los paquetes seleccionados dándoles información sobre el entorno donde se quiere implementar. Será necesario incluir lo siguiente:
 - ? Lista de la funcionalidad deseada.
 - ? Información sobre la cantidad y tipo de datos a tratar
 - ? Información sobre la estructura del hardware existente y la posibilidad de ampliarlo con vistas a la nueva instalación.
 - ? Información sobre los sistemas de información y comunicaciones existentes con los que el paquete tendrá que convivir y relacionarse.

4. Estudiar las propuestas recibidas. Aquellas que no puedan satisfacer las funciones fundamentales deberán ser descartadas inmediatamente. Se estudiarán los restantes teniendo en cuenta los siguientes factores de decisión:
 - ? Presencia de funciones deseadas
 - ? La calidad del soporte a la instalación: cursos, manuales, disponibilidad de personal experto, etc.
 - ? Características del paquete frente al usuario.
 - ? Facilidad de modificación y mantenimiento de los programas.
 - ? Coste.

5. Basándose en estos puntos el grupo de paquetes seleccionado debe quedar reducido a un número entre dos y cuatro. Se hará un estudio más profundo de estos, con contacto directo con los vendedores del paquete que incluirá presentaciones y demostraciones de funcionamiento. Al final se hará un informe detallado de cada uno de ellos.

6. La alta dirección decidirá el paquete a instalar con los datos aportados en el punto precedente.

En cambio, el principal argumento para desarrollar un paquete en casa es que la organización no encuentre ninguno entre los existentes que cubra mínimamente sus necesidades. A veces es factible una solución intermedia que incluye ventajas de las dos anteriores. Esta solución consiste en comprar un paquete y personalizarlo adaptándolo de forma más precisa a nuestras necesidades. Al adoptar esta solución hay que elegir cuidadosamente el paquete a comprar ya hemos visto, debiendo el paquete elegido realizar todas las funciones fundamentales. Además es conveniente tener en cuenta lo siguiente:

- ? Establecer claramente antes de empezar las modificaciones el límite donde se quiere llegar. Es fácil caer en la tentación de aumentar sin medida las funciones que se quiere que realice el paquete hasta llegar a desarrollar prácticamente un software a medida. Esto supone no obtener ninguna de las ventajas de las dos soluciones anteriores.
- ? Crear un grupo de trabajo utilizando personal interno y de la sociedad vendedora o distribuidora del paquete para realizar las modificaciones a los programas. De esta forma el personal interno responsable en un futuro del software del paquete adquiere conocimientos fundamentales sobre la estructura de este que le serán necesarios cuando se quiera prescindir de los consultores externos.

Esta última solución planteaba muchos problemas reales y consumía muchos recursos por lo que su coste resultaba excesivo. Actualmente, esta última solución ha desaparecido ya que los sistemas ERP intentan desarrollar su software de manera flexible incluyendo funciones opcionales particulares para adaptarse a todo tipo de exigencias sin necesidad de modificar el software. Esta funcionalidad la conocemos como capacidad de parametrización y ayuda a encontrar el equilibrio entre la compra sin adaptación y la construcción personalizada como muestra la figura 2.21.

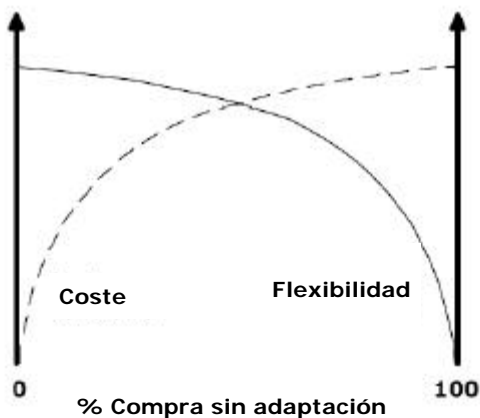


Figura 2.21 Espectro entre 'make-all' y 'buy-all'

Todas las actividades relacionadas con la parametrización constituyen el núcleo central de la implantación de un sistema ERP. Si agrupamos los pasos normales para implementar un EPR en fases podríamos dividirlo así: Diseño y parametrización, Implementación y Producción. Esto engloba la planificación del proyecto, el análisis del negocio y de las operaciones; la reingeniería de los procesos del negocio; instalación y configuración; entrenamiento del equipo del proyecto; definición de parámetros; conversión de los datos; la documentación; el entrenamiento del usuario final, la aceptación de las pruebas y la auditoría. La primera fase Diseño y parametrización

incluye las actividades relativas a la definición de procesos de negocio y la adaptación de las funciones del sistema a esos procesos. En este contexto la parametrización incluye la elección de los módulos del sistema que van a ser implantados y utilizados y la definición de los valores que van a tomar los parámetros de esos módulos, tales como productos, tiempo de respuesta al cliente, política de inventario, etc. Los resultados de la parametrización van a comprometer los resultados del sistema, es más [Markus y Tanis, 2000] apuntan que la propia integración del sistema y sus beneficios pueden perderse según como se realice la parametrización. Este proceso es mucho más difícil y delicado en organizaciones grandes y complejas. De hecho, errores en la parametrización son la causa de incrementos en los costes de implantación y uso del sistema, incrementos en la cantidad de tiempo necesaria para la implementación y en la cantidad de cambios en los requisitos durante la implantación y mantenimientos y actualizaciones más caras y difíciles. Según un estudio realizado por [Al-Mashari, 2001] los sistemas ERP comerciales cubren alrededor de un 70% de las necesidades de las organizaciones que los implantan. En este caso las organizaciones pueden adaptar el paquete a su organización (parametrizar) o adaptarse ellas mismas al funcionamiento del sistema perdiendo ese 30% de funcionalidades que no les proporciona el paquete estándar. La dificultad de la parametrización lleva a muchas empresas a adoptar esta última solución asumiendo una pérdida de funcionalidad del 30%.

El problema es más crítico, pues la parametrización de un ERP incluye la integración de los diferentes módulos, definición de los datos, adoptar el modelo de negocios que responda al plan estratégico, agenda de implementación limitada, y la participación de un gran número de personas. La causa fundamental de este problema la plantean [Soh et al., 2000] ya que, a todo esto se añade que el pobre conocimiento que posee el personal de la organización sobre la funcionalidad del sistema ERP no les permite apreciar las implicaciones de adopción de decisiones durante la parametrización. Similarmente, pocos consultores de ERP entienden los procesos de negocio de sus clientes lo suficiente para detectar las áreas críticas que no cuadran con el paquete. En referencia a [Scheer y Habermann, 2000], los sistemas ERP estandarizados tienen ciertas desventajas.

Para poder configurar y parametrizar el sistema según el plan estratégico de la organización es necesario que el personal del proyecto cuente con la capacitación debida en el manejo y administración del mismo, para lo cual debe existir un plan de capacitación constante del personal involucrando ayudado por los expertos del sistema ERP elegido. Debe además existir una comunicación entre la parte financiera, administrativa, operativa e informática para hablar el mismo idioma a la hora de parametrizar y establecer las reglas de negocio que regirán el flujo de procesos y operaciones de la empresa. El proceso de parametrización de un ERP requiere dedicación total por parte de un equipo de trabajo que deberá estar integrado por los líderes empresariales y por expertos consultores ERP. En la práctica esta tarea resulta

lenta y con alta probabilidad de error , ya que en grandes sistemas los parámetros a considerar pueden ser muchos, en algunos casos repetitivos y dependientes de parámetros anteriores y en otros resultado de un extenso conocimiento tanto de la realidad particular de cada empresa, como del funcionamiento procedural del ERP elegido. Dicho conocimiento es difícil de conjugar en el mismo equipo, por la existencia de cientos de tablas con sus correspondientes parámetros de los que hay que conocer su utilidad y significado, conocimiento típico de los consultores ERP. A la vez, las características particulares de cada organización, su forma de trabajo y sus procesos particulares no son conocidos por estos consultores, sino por los miembros de la organización. Toda esta información, sobre el sistema ERP y sobre la organización, está fragmentada, dado su extensión, entre distintas personas, ya que hay consultores expertos por módulos y personal experto en distintas áreas de negocio. Por lo tanto, se hacen necesarios métodos, modelos, arquitecturas y herramientas que ayuden en esta tarea ya que ellas pueden ayudar a reducir los costes y a la vez incrementar la aceptación del ERP por parte de los usuarios y el éxito de su implantación. Una óptima solución a este problema pasaría por encontrar un sistema que guíe la realización de esta tarea de forma inteligente, evitando la probabilidad de errores y disminuyendo el tiempo de implantación.

2.2. SISTEMAS INTELIGENTES

2.2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO

La definición de Inteligencia Artificial es considerada labor compleja, partiendo de que la propia definición de inteligencia es difícil. La Enciclopedia Británica define inteligencia como:

“Habilidad para adaptarse de forma efectiva al ambiente, tanto realizando cambios en uno mismo como cambiando el entorno o encontrando uno nuevo.”

El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua la define como:

“Capacidad de entender o comprender. Capacidad de resolver problemas. Conocimiento, comprensión, acto de entender. Habilidad, destreza y experiencia.”

Así mismo podemos presentar varias definiciones de Inteligencia Artificial:

- ? Diseño de sistemas inteligentes, es decir, que exhiben características que asociamos con la inteligencia humana como entender lenguaje natural, aprendizaje, razonamiento, etc. [Barr y Feigenbaum, 1981].
- ? Hacer computadoras más útiles y entender los principios que hacen posible la inteligencia [Winston, 1992].
- ? Programar computadoras para que hagan tareas que actualmente son hechas mejor por los seres humanos debido a sus características propias como el aprendizaje perceptivo, la organización de la memoria y el razonamiento [Jackson, 1990].
- ? Campo de la ciencia y de la ingeniería que se ocupa de la comprensión a través de la computadora de lo que comúnmente llamamos comportamiento inteligente y de la creación de herramientas que exhiben tal comportamiento [Shapiro, 1992].

Todas ellas nos conducen a definir dos aspectos básicos de la Inteligencia Artificial: entender y modelar sistemas inteligentes y construir máquinas inteligentes. El primero de ellos nos da una visión científica de la IA y el segundo ingenieril. Para José Cuenca

[Cuenca, 1997] la IA puede verse desde dos perspectivas, como Ciencia, entendiendo la naturaleza de la inteligencia, y como Ingeniería, construyendo artefactos que presentan una conducta inteligente. Juan Pazos [Pazos et al., 1997] afirma que la IA como Ciencia trata del estudio del comportamiento inteligente, siendo su fin conseguir una teoría de la inteligencia que explique la conducta que observa en seres de naturaleza inteligente y que guíe la creación de entes artificiales capaces de alcanzar dicho proceder inteligente. Por otra parte como Ingeniería la IA se ocupa de los conceptos, la teoría y la práctica para la construcción de máquinas inteligentes. En [Nilsson, 1971] se integra el concepto de Ciencia e Ingeniería, considerando que la IA tiene como objeto el estudio del comportamiento inteligente en las máquinas. A su vez, el comportamiento inteligente supone percibir, razonar, aprender, comunicarse y actuar en entornos complejos.

El concepto de IA se considera tan amplio que usualmente se divide en dos clases, que [Kremer, 2001] explica con definiciones simples y concretas:

- ? IA débil. Máquinas que pueden actuar como si fueran inteligentes.
- ? IA fuerte. Máquinas que actúan inteligentemente con mentes reales y conscientes.

Pensar que la IA pueda igualar o superar la inteligencia humana es difícil, hay capacidades como el arte y las emociones que no podemos imaginar en máquinas (IA fuerte). Tal vez IA no debería ser comparada a la mente humana. El objetivo, sin embargo, es conseguir una IA tan provechosa como sea posible y no simplemente copiar el cerebro humano (AI Débil). [Rich y Knight, 1991] utiliza la definición de IA débil y su uso en computadoras para determinar que el objetivo de la IA es estudiar como hacer posible que los ordenadores realicen tareas que, por el momento, hacen mejor los humanos. Este concepto guía el propósito de esta tesis, ya que queremos construir un sistema inteligente que, cooperando con los humanos y basándose en sus conocimiento, optimice los resultados de una tarea crítica que actualmente realizan usando solo su inteligencia.

Para llevar a cabo el objetivo global de la IA, esta se ha dividido en una serie de áreas de investigación, cada una con unos propósitos específicos que permiten aportar conocimientos y métodos particulares que ayudan al cumplimiento de la meta general. Entre estas están las redes neuronales artificiales, el procesamiento del lenguaje natural, la visión artificial, el reconocimiento de formas, la robótica inteligente y los sistemas basados en el conocimiento. Uno de los ejemplos más claros de IA débil serían los sistemas basados en el conocimiento, entre los que se encuentran los sistemas expertos y los sistemas de tutorización inteligentes. La figura 2.22 muestra la relación entre estos distintos tipos de sistemas dentro de la IA.

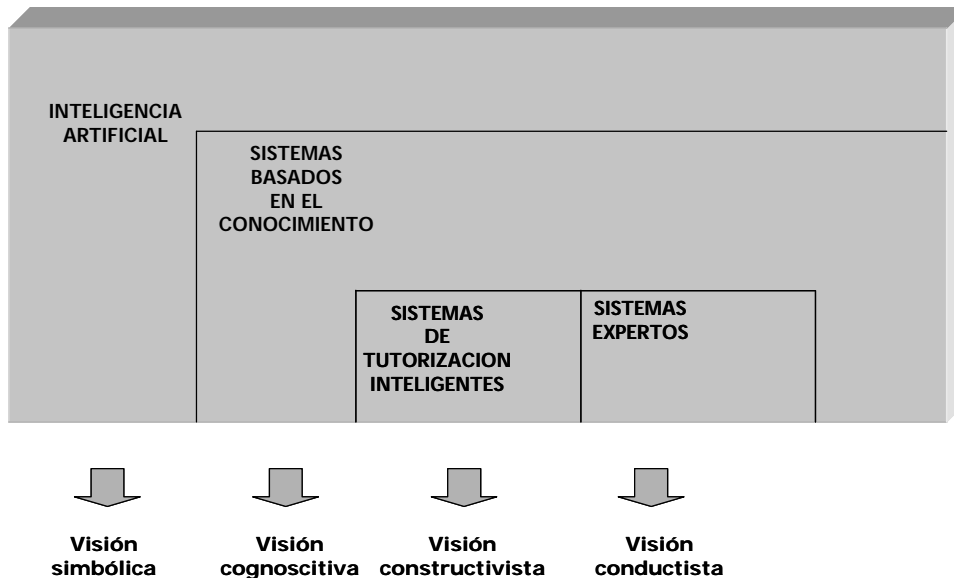


Figura 2.22 Entorno de los Sistema Basado en el Conocimiento

La figura 2.22 presenta de una forma esquemática la relación jerárquica de estos sistemas dentro de la IA y sus planteamientos. La IA utiliza una visión simbólica de la realidad, manipulación de símbolos frente a computación algorítmica, que se ha visto ampliada por métodos conexionistas y heurísticos. Los Sistemas Basados en el Conocimiento basan su arquitectura y funcionamiento en la visión cognoscitiva, es decir, de estructuración del conocimiento. Dentro de esta estructura podemos distinguir la visión constructivista de los Sistemas de Tutorización Inteligentes que pretenden que el utilizador, en general estudiante o aprendiz, guíe su propio proceso de aprendizaje, mientras que los Sistemas Expertos tienen una visión conductista dando una respuesta razonada a estímulos o factores externos.

Centrándonos en el ámbito concreto de la IA que nos ocupa, los Sistemas Basados en el Conocimiento tratan problemas complejos en un dominio determinado y necesitan un elevado conocimiento sobre el mismo. Sus principios fundamentales son:

- ? Emulación de la capacidad de resolución del ser humano;
- ? Utilización de las mismas fuentes del conocimiento que utiliza el experto humano;
- ? Aplicación a un dominio específico.

De forma más detallada [Giarretano, 1989] les asigna un gran número de características atractivas:

- ? Maneja el conocimiento de un dominio, es decir, maneja los hechos, y las relaciones que permiten encontrar soluciones a problemas planteados en el dominio.
- ? Permite acceder fácilmente al conocimiento de ese dominio, ya que el conocimiento reflejado en el sistema debe estar disponible mediante medios informáticos accesibles.
- ? Simula el proceso que realizaría un experto humano resolviendo un problema.
- ? Es permanente, es decir, el conocimiento que posee es persistente, frente a la muchas causas de no disponibilidad de la presencia humana. Sirve como repositorio de conocimientos dentro de la organización, manteniendo y facilitando que el conocimiento perdure.
- ? Puede englobar el conocimiento de varias personas, sumando conocimiento específicos de expertos en una única base. El nivel de experiencia combinada de varios expertos puede exceder el de un solo experto humano, además de que puede estar disponible para trabajar simultánea y continuamente sobre un problema.
- ? Puede servir para evitar peligros a las personas, ya que puede utilizarse en ambiente de riesgo o insalubres.
- ? Explica explícitamente el camino que siguió su razonamiento y que le llevó a la solución presentada, lo que incrementa la confianza de la decisión tomada.
- ? La utilización de tecnologías de la formación permite al sistema basado en el conocimiento emitir una respuesta rápida, mayor a la del ser humano. Esta característica es vital en algunas situaciones de emergencia.
- ? Ofrece respuestas de una forma uniforme, impersonal, sin prejuicios y completa en cualquier situación, evitando las debilidades propias e inherentes al ser humano, sobre todo en situaciones de fatiga o peligrosas.
- ? Puede servir como asistente personal, tanto en el ámbito educativo como productivo, en el uso de herramientas, en la toma de decisiones, etc.
- ? La forma del razonamiento (Motor de Inferencia) y el conocimiento (Base de Conocimientos) son independientes, lo que implica que los cambios que se realicen en uno de ellos pueden ser independientes de los cambios en el otro.

- ? Puede actuar como una base de datos inteligente permitiéndonos acceder a su conocimiento de forma guiada.

Como podemos inferir de lo anteriormente expuesto, la principal característica de un Sistema Basado en el Conocimiento es el potente cuerpo de conocimientos que acumula durante la construcción del sistema. Estos conocimientos son explícitos y están organizados para simplificar la toma de decisiones. El primer problema que se plantea es definir la representación del conocimiento. Para [Davis et al., 1993] la representación del conocimiento puede utilizarse como:

1. Un sustituto de lo que existe en el mundo real o imaginario;
2. Un conjunto de cometidos ontológicos: ¿En qué términos hay que pensar acerca del mundo?;
3. Una teoría fragmentaria del razonamiento inteligente: ¿Qué es la inteligencia?, ¿Qué se puede inferir de lo que se conoce?, ¿Qué se debería inferir de lo que se conoce?;
4. Un medio para la computación eficiente: ¿Cómo se debería organizar la información para facilitar la manera de pensar y razonar?;
5. Un medio de expresión humana: un lenguaje que los humanos usan para hablar con las máquinas.

Los cinco roles tienen importancia, caracterizan el núcleo de la representación y hay que tenerlos en cuenta cuando se diseña el modelo de representación. Este debe ser pragmático, efectivo y rico en abstracciones ya que representa el mundo natural. Debemos considerar la representación de dos tipos de conocimiento: el propio de los objetos que forman parte del dominio y las relaciones entre ellos.

En su definición el Grupo Especialista en Sistemas Expertos de la Sociedad Británica de Ordenadores determina el estilo más adecuado para estos sistemas:

“La incorporación dentro de un sistema de ordenador de un componente basado en el conocimiento, correspondiente a una habilidad experta, de tal forma que el sistema pueda ofrecer asesoramiento inteligente o tomar una decisión inteligente sobre una función del proceso. Una característica adicional deseable, que muchos consideran fundamental, es la capacidad del sistema, si se le solicita, de justificar su propia línea de razonamiento de un modo directamente inteligible para el interrogador. El estilo adoptado para alcanzar estas características es la programación basada en reglas.”

Además del sistema basado en reglas de producción la ingeniería cognoscitiva ha adaptado diversos sistemas de representación del conocimiento. Entre los principales se tienen aquellos que parten de la lógica simbólica, como la lógica proposicional y de predicados y las reglas de producción, y los que parten de formas estructuradas, como redes asociativas, marcos o representación orientada a objetos.

Los sistemas basados en reglas son los más comúnmente utilizados. Su simplicidad y similitud con el razonamiento humano, han contribuido para su popularidad en diferentes dominios. Las reglas son un importante paradigma de representación del conocimiento y lo representan utilizando un formato *SI-ENTONCES (IF-THEN)*, es decir tienen 2 partes:

- ? La parte *SI (IF)*, es el antecedente, premisa, condición o situación;
- ? La parte *ENTONCES (THEN)*, es el consecuente, conclusión, acción o respuesta.

Sobre esta estructura básica se pueden buscar variantes combinando diferentes premisas mediante operadores lógicos (y/o). El proceso de razonamiento en un sistema basado en reglas es una progresión desde un conjunto inicial de afirmaciones y reglas hacia una solución, respuesta o conclusión. Las reglas de producción pueden estar enlazadas cuando la conclusión de una regla puede ser considerada premisa de otra, de esta forma se produce un encadenamiento de reglas que guía el proceso de razonamiento.

La forma de estructurar los conocimientos va a ser fundamental en la propuesta tanto arquitectural como metodológica que planteamos en este trabajo y nos referiremos a ella más adelante cuando propongamos nuestra propia estructuración de contenidos.

La otra parte importante a definir para la comprensión estos sistemas es su arquitectura. La arquitectura se refiere a los componentes o módulos que constituyen el sistema, independiente del dominio. Como señalan diversos autores, por ejemplo [Harmon y King, 1988], dada la gran diversidad de Sistemas Basados en el Conocimiento no se puede hablar de una estructura única. Sin embargo identifican los componentes que en general forman parte de todo sistema de este tipo y son la base de conocimientos y el motor de inferencia. La figura 2.23 muestra una arquitectura básica y a continuación se detallan sus componentes.

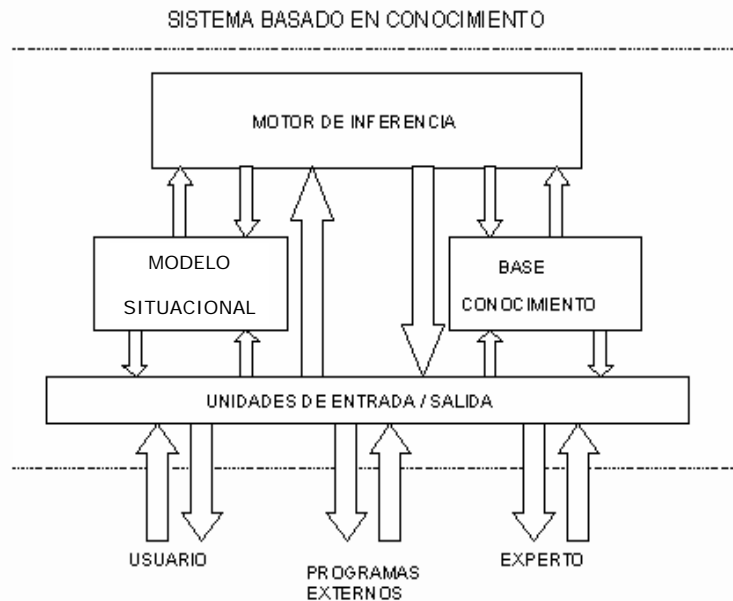


Figura 2.23 Arquitectura básica de un Sistema Basado en el Conocimiento

Base de Conocimientos.

Contiene la información sobre el dominio de conocimientos que debe poseer el sistema para realizar sus deducciones dentro de su competencia. Se construye a partir de la fuente del conocimiento. Esta fuente puede ser de tipo estático o dinámico, considerando en el primer grupo libros, manuales, videos, etc., mientras que el segundo se refiere al conocimiento introducido directamente por el experto en la materia. Implica la representación formal de la estructura del conocimiento del sistema.

Es importante determinar que algunos autores dividen este único módulo en dos:

- ? Base de datos. Corresponde al conocimiento declarativo (hechos). Contiene los hechos, los datos y las heurísticas, o datos deducidos a través de la experiencia, puntuales del dominio. Estos son obtenidos de las fuentes estáticas del conocimiento, con la revisión del experto en el dominio.
- ? Base de relaciones. Corresponde al conocimiento procedimental (relaciones). Contiene las relaciones que se establecen entre los hechos del dominio. Normalmente se establecen por medio de reglas del tipo '*Si una condición, entonces una acción o conclusión*'. Estas relaciones se ejecutan de acuerdo con el razonamiento que siga el motor de inferencia.

Modelo situacional.

También llamado memoria de trabajo, ya que es una memoria auxiliar que contiene información sobre el problema a resolver y el estado del sistema a lo largo del proceso de inferencia. Durante una consulta con el sistema experto, el usuario introduce la

información del problema actual en la base de hechos. El sistema empareja esta información con el conocimiento disponible en la base de conocimientos para deducir nuevos hechos. La ejecución de reglas modifica el modelo situacional añadiendo o eliminando hechos en ella. Finalmente contendrá la representación de los hechos para el caso o consulta concreta que se ha ejecutado.

Motor de inferencia.

El motor de inferencia es una colección integrada de algoritmos de resolución de problemas (algoritmos de búsqueda). Se ocupa de determinar que reglas son aplicables, seleccionar una y aplicarla, hasta alcanzar el objetivo. Refleja el razonamiento del experto en el dominio. Su objetivo es derivar nueva información. Está formado por los algoritmos o programas que reflejan algún tipo de inferencia, manejan (seleccionan, deciden, interpretan y aplican) los conocimientos de la base de conocimientos a partir de los datos de entrada del modelo situacional, actualizando este según se desarrolla la inferencia, y coordinan las acciones que el sistema, como un todo, debe realizar.

Unidades de entrada/salida.

Es el medio por el que el usuario, el experto y otros sistemas se comunican con el Sistema Basado en el Conocimiento. La comunicación se establece directamente con el control del sistema (Motor de Inferencia) o con las bases de datos, tanto de conocimiento como el modelo situacional. Este módulo puede considerarse dividido en varias funciones:

- ? Módulo explicativo. También llamado módulo o subsistema de justificación. Es la parte del sistema que explica los pasos realizados por el motor de inferencias para llegar a las conclusiones.
- ? Módulo de adquisición del conocimiento. A través de este componente el ingeniero del conocimiento o el experto del dominio puede construir inicialmente el conocimiento (hechos y reglas) o actualizarlo en la base de conocimientos. Existen algunas herramientas que permiten hacer esta adquisición de forma automática, tal como TOPKAT (The Open Practical Knowledge Acquisition Toolkit) que integra técnicas de extracción del conocimiento con el enfoque de modelado de CommonKADS [Kingston, 1994].
- ? Interfaz usuario/sistema. También llamado subsistema de consulta, es la parte del sistema que posibilita la comunicación entre el usuario y el motor de inferencia. Permite introducir la información del modelo situacional y la que necesita el sistema, así como recibirla desde el motor de inferencia. Lo importante en el diseño y construcción de la interfaz es que esta debe estar de acuerdo con las necesidades del usuario, el conocimiento que él tiene sobre el dominio y las características del problema y de su solución.

Esta arquitectura básica será tenida en cuenta en esta tesis para proponer una arquitectura para la construcción de un módulo con capacidad de asistencia inteligente para la parametrización en el marco de los sistemas ERP.

2.2.2. Clasificación de los sistemas basados en el conocimiento

Diversos autores utilizan clasificaciones distintas de los Sistema Basados en el Conocimiento, por su funcionalidad o propósito, por el papel que realiza en el entorno y por su estado de evolución.

[Sheel, 1990] y [Hickman et al. 1989] realizan una clasificación de acuerdo con la función que el sistema realiza o su propósito. A continuación se muestra esta clasificación y se menciona algún ejemplo de sistema construido:

- ? Descubrimiento: Sistemas que a partir de un conocimiento inicial generan conceptos nuevos y relaciones entre ellos. Por ejemplo META-DENDRAL sobre la conducta de algunos compuestos en el espectrómetro de masas.
- ? Diagnóstico: Sistemas que detectan las causa de errores o malfuncionamiento. Por ejemplo MYCIN para diagnosticar las causas de enfermedades infecciosas en un paciente.
- ? Monitorización: Sistemas que controlan el estado de un proceso en ejecución y lo comparan con el estado esperado detectando las desviaciones y sugiriendo correcciones. Por ejemplo REACTOR para procesos de un reactor nuclear.
- ? Interprete: Sistemas que analizan datos y partir de ellos determinan una situación. Por ejemplo PROSPECTOR sobre las muestras de minerales para detectar yacimientos.
- ? Predicción: Sistemas que infieren las consecuencias probables de una situación utilizando modelos de simulación. Por ejemplo PTRANS que estima necesidades en la producción.
- ? Diseño: Sistemas que configuran nuevas estructuras a partir de unas condiciones iniciales. Por ejemplo SECS que genera compuestos químicos.
- ? Planificación: Sistemas que determinan las acciones a tomar para alcanzar un objetivo. Por ejemplo KNOBS para la planificación táctica de ataques aéreos.

[Guida y Tasso, 1994] clasifica los Sistemas Basados en el Conocimiento según el papel que realiza en el entorno en términos de responsabilidades y tareas. Esta clasificación es la siguiente:

- ? Sistema soporte: Sistema que ayuda al usuario en su toma de decisiones pero no lo reemplaza. La responsabilidad última es del usuario, el sistema actúa como asesor o consultor ofreciendo conocimientos y competencias.
- ? Sistema prescriptivo: Sistemas que dirigen al usuario en la ejecución de una tarea o en la toma de decisiones. Necesita la participación del usuario, aunque el sistema puede dirigir y controlar. La responsabilidad, en consecuencia, es compartida. Mejoran la calidad del trabajo y reducen el tiempo de ejecución.
- ? Sistema autónomo: Sistemas que no interactúan con el usuario, sino que lo reemplazan, son autónomos en sus decisiones, por tanto la responsabilidad final es del sistema.

[Waterman, 1986], por su parte, incide en el grado de evolución del sistema, es decir, en el estado en que se encuentra respecto a su posible uso o aplicación. Su clasificación es la siguiente:

- ? Prototipo de demostración: Sistema reducido que se utiliza para presentaciones y demostraciones y hace referencia a un sistema más completo que está sin desarrollar, aunque si especificado. Muestra que el futuro sistema será viable solucionando una porción del problema.
- ? Prototipo de investigación: Sistema mediano que funciona de manera aceptable pero que debe ser revisado y probado. Es una versión inicial del futuro sistema.
- ? Prototipo de campo: Sistema mediano o grande que está siendo probado en un entorno real y responde a las expectativas.
- ? Modelo de producción: Sistema de gran tamaño ya probado en un entorno real de usuario y que ha conseguido buenos resultados y responde a las necesidades de eficiencia y calidad requeridas.
- ? Sistema comercial: Sistemas con las mismas características del modelo de producción y que están siendo utilizados regularmente.

2.2.3. Sistemas de Ayuda Inteligente

Para [Brusilovsky, 2004] los Sistemas de Ayuda Inteligente (IHS o Intelligent Help Systems), también llamados Sistemas Adaptativos Inteligente (AHS o Adaptive Help Systems) son una clase específica de sistemas de ayuda resultado del cruce de líneas de investigación en IA y en Interacción Persona Ordenador (HCI o Human-Computer Interaction). El objetivo de estos sistemas (IHS) es proporcionar ayuda personalizada a usuarios que trabajen con interfases complejas. A diferencia de los tradicionales sistemas de ayuda estáticos que proporcionan la misma información ante un hecho concreto a usuarios diferentes, los IHS se adaptan al conocimiento y los objetivos de cada usuario, ofreciendo información relevante en su confrontación y en la manera más adecuada.

[Jones y Virnou,1991] destaca que los IHS utilizan una inferencia explícita del conocimiento que proporciona el soporte al resto de módulos del sistema, por tanto los IHS se encuadran, como los Sistemas Inteligentes de Tutorización, dentro de los Sistemas Basados en el Conocimiento.

Los IHS nacen principalmente como ayuda a aplicaciones informáticas, aunque hay sistemas que ayudan a la navegación aérea, a la producción e instalación de productos complejos o a la toma de decisiones de negocio. Dado el marco de aplicación de este trabajo vamos a centrarnos en los sistemas de ayuda a aplicaciones informáticas. La complejidad y variedad de aplicaciones informáticas ha crecido de forma exponencial en los últimos años. Al mismo tiempo crece la exigencia de optimización del uso de estos sistemas entre todo tipo de usuarios. Muchos de ellos, por sus conocimientos, experiencia o motivación, no tienen tiempo o posibilidad de estudiar los manuales de las aplicaciones y practicar en entornos formativos o de prueba. Nace, así, la necesidad de los IHS para cubrir las deficiencias de los manuales escritos o las ayudas on-line o los soportes telefónicos [Erlandsen y Holm, 1987]. La figura 2.24 presenta el modelo de [Fischer, 1999] que explica la utilización por parte de los usuarios de una aplicación compleja, del que se deduce cual puede ser el papel de los IHS. Este modelo es generalizable a la mayoría de los sistemas informáticos.

En la figura se representan los siguientes conjuntos de funcionalidades:

- ? D1. Representa los conceptos y órdenes que el usuario es capaz de realizar sin necesidad de ayuda;
- ? D2. Son las acciones que el usuario realiza en el sistema de forma ocasional;
- ? D3. Es la representación de la visión que el usuario tiene del sistema, la funcionalidad que él cree que el sistema es capaz de proporcionar;
- ? D4. Es la representación del sistema real de una forma objetiva. Las funciones y acciones que proporciona y que están disponibles para el usuario;

- ? D4'. Representa la evolución de la situación. Al aumentar las capacidades y funciones de los sistemas, hacerse más complejos, el sistema se representa con D4', incrementándose la porción del sistema que es desconocida para el usuario.

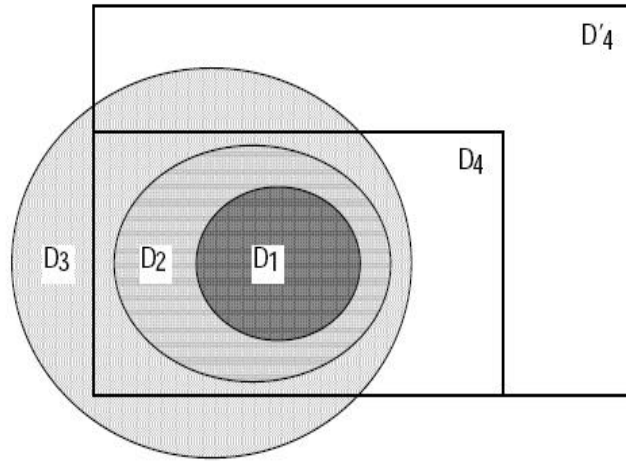


Figura 2.24 Modelo de niveles de utilización de un sistema informático complejo

En los formatos tradicionales es posible incluir gran cantidad de información pero su utilidad y utilización es cuestionable. El uso de manuales en papel tienen desventajas tales como incomodidad, espacio físico de almacenamiento, dificultad para compartirlos entre varios usuarios, etc. Evidentemente son imposibles de actualizar a medida que la aplicación evoluciona, si no es con la sustitución de la información proporcionada y la manera de proporcionarla es la misma para todos los usuarios. Nace así como complemento el soporte telefónico que ayuda a los usuarios a encontrar la información buscada pero no aporta nada a los propios manuales escritos. La ayuda on-line, otra aplicación dentro de la inicial, suprime algunas desventajas como la incomodidad, el espacio físico, la actualización y distribución, pero el contenido suele ser la copia electrónica de la versión en papel. Tradicionalmente son estáticos y proporcionan solamente ayuda textual (no imagen, video, gráficos o sonido) Cuando estos sistemas se complican, incrementando los contenidos y sus relaciones e intentan mostrar los contenidos de forma sensible al contexto, se convierten, a su vez, en sistemas que necesitan ayuda para ser utilizados y los usuarios tienen dificultades para explicar lo que quieren saber o sobre lo que necesitan ayuda.

Los IHS deben ser capaces de responder a los usuarios como individuos, teniendo en consideración su experiencia y la forma preferida y más comprensible de representación de la ayuda para cada usuario. Para ello, según [Zissos y Witten, 1985], deben mantener un modelo de usuario que represente sus conocimientos actuales y preferencias. Además deben adaptar su comunicación a la situación particular y el contexto, para ello debe poseer una cierta capacidad de reconocimiento de planes y objetivos. En el modelo de

usuario deben incluirse, además de conocimientos actuales y preferencias, planes y objetivos, competencias que el usuario debe o quiere alcanzar.

De forma tradicional se dividen estos sistemas en activos y pasivos [Fischer et al., 1985]. Los pasivos dejan al usuario el control, no realizan ninguna acción hasta que el usuario les pide ayuda y formula de forma correcta su petición. Los sistemas activos pueden tomar la iniciativa y ofrecer ayuda cuando creen que el usuario la necesita. Se estima que los usuarios utilizan solamente el 40% de las capacidades de las aplicaciones informáticas y no creen que necesiten ayuda, a menudo conoce una manera de realizar los procesos y siempre utilizan esa aunque no sea la mejor. Los sistemas activos proporcionan la ayuda en el momento adecuado, ofreciendo al usuario diversas alternativas y enseñándole formas más óptimas de realizar sus acciones.

Como describe [Brusilovsky y Schwartz, 1997] hay dos corrientes principales en la investigación de IHS. La primera de ellas está centrada en UNIX y aplicaciones relacionadas como herramientas de correo electrónico y editores de texto. La segunda corriente se centra en proporcionar ayuda a sistemas de aplicaciones como aplicaciones médicas o de gestión. Así mismo, [Brusilovsky y Schwartz, 1997] predicen una tercera corriente de investigación centrada en IHS para los sistemas web, que debería mejorar las anteriores dada la complejidad de interfaz de estas últimas aplicaciones. Podemos atestiguar la confirmación de esta previsión con trabajos como [Aberg y Shahmehri, 2001] y [Carmona et al., 2002], inspirados en la extensión exponencial del uso de aplicaciones web, su necesidad de acceso por distintos medios (PC, móvil, agenda electrónica, etc.) y la cantidad de información diferente que manejan y de tipos ámbitos diferentes de aplicación.

La figura 2.25 muestra una arquitectura típica seguida en los sistemas IHS.

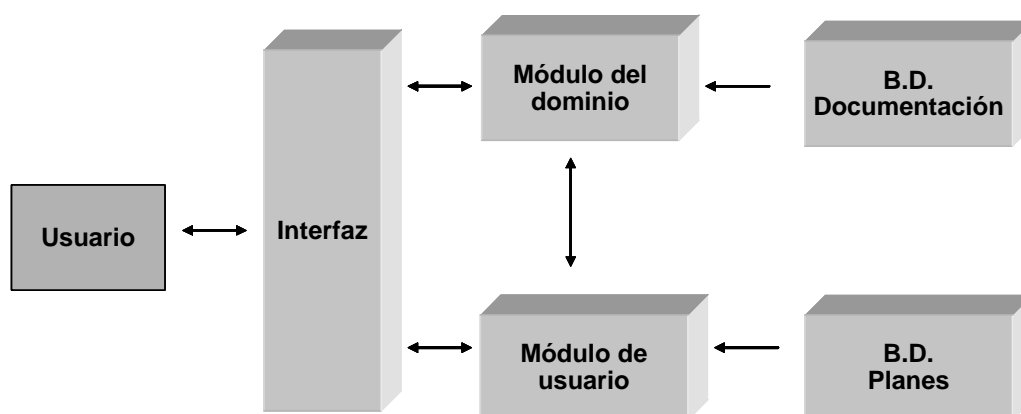


Figura 2.25 Arquitectura básica de un sistema IHS

Un sistema IHS consta de 5 funciones principales (dos módulos, dos bases de datos y un interfaz):

- ? Interfaz. Realiza la comunicación con el usuario, puede incorporar funciones de interpretación del lenguaje natural, presentación de la ayuda según las preferencias y el formato elegido y recogida de información sobre la situación actual de comunicación con el usuario.
- ? Módulo del dominio. Contiene una representación explícita del conocimiento sobre el sistema para el que se proporciona la ayuda. Recoge la información de la B.D. de documentación en función de las peticiones del usuario y de la situación del entorno.
- ? Módulo del usuario. Contiene la información necesaria sobre cada usuario particular, sus preferencias y su situación actual. Recoge información de la B.D. de planes para conocer las competencias deseadas del usuario y sus objetivos.
- ? B.D. Documentación. Contiene la documentación electrónica asociada al sistema para el que se proporciona la ayuda. La documentación debe provenir de los manuales y conocimiento experto sobre el sistema que se trata y estar almacenada en diferentes formatos.
- ? B.D. Planes. Contiene las distintas tipologías de competencias y habilidades que puede llegar a alcanzar un usuario, los objetivos de conocimiento sobre el sistema para el que se proporciona la ayuda y los distintos planes o itinerarios de ayuda para conseguirlos.

Como hemos dicho el campo de aplicación de los IHS es muy amplio, incluso dentro del ámbito de las aplicaciones informáticas. Veamos algunos ejemplos de IHS en este ámbito.

Unix Consultant

Unix Consultant es un asistente inteligente cuyo objetivo es proporcionar ayuda básica sobre el sistema UNIX a usuarios sin conocimientos previos, utilizando un interfaz inteligente en lenguaje natural [Wilensky et al., 1989]. Los puntos más interesantes de este sistema son el procesamiento del lenguaje natural, la representación del conocimiento y el razonamiento automático. Para la representación del conocimiento se ha utilizado un lenguaje, KODIAK, con el que se representan los conceptos como objetos y las relaciones entre ellos, que proporcionan el conocimiento. Esta concebido para trabajar de forma incremental, pudiéndose introducir fácilmente

mayor conocimiento sobre las funciones del sistema UNIX. Para representar el modelo de usuario utiliza un componente, KNOME, que considera clases de usuarios y categorías de funciones UNIX.

PAL

PAL es un IHS aplicado a un paquete software llamado MATERIA que se utiliza para el diseño molecular [Silber, 1990]. Se basa en una gestión detallada de planes y su relación con cada usuario, distinguiendo entre planes activos y planes completados. Se encuadra dentro de los IHS activos, de forma que puede avisar al usuario para que cambie su estrategia de uso y aprendizaje del sistema, por ejemplo cuando sus acciones no concuerden con su plan. Para realizar estas funciones mantiene activo, durante cada sesión de usuario, un módulo (Memoria de trabajo) que contiene todas las acciones realizadas por el usuario y el sistema. El grupo creador de PAL ha diseñado una arquitectura modular que permite fácilmente utilizar este sistema en otras aplicaciones informáticas, modificando los contenidos de dos de sus módulos: Ayuda y Planes.

Sinix Consultant

Sinix Consultant es un IHS cuyo objetivo es proporcionar ayuda a los usuarios del sistema operativo SINIX [Hecking et al., 1988]. Trabaja en las dos vertientes de los IHS: como sistema pasivo y activo, ya que responde a las preguntas de los usuarios en lenguaje natural (en concreto en idioma alemán) sobre terminología y acciones de SINIX y analiza las acciones que el usuario realiza sobre el sistema operativo enviándole instrucciones y consejos si determina que no las realiza de forma óptima. Mantiene una extensa base de conocimientos sobre SINIX, relacionando términos y manteniendo dependencias entre conocimientos previos y siguientes, además del uso que hace del SINIX cada usuario. Contiene un modelo de cada usuario y modelos prefijados en cuatro niveles: novato, principiante, intermedio y experto.

Eurohelp

Eurohelp es un proyecto financiado por la Unión Europea con el objetivo de realizar sistemas de ayuda inteligentes para aplicaciones informáticas [Winkels y Breuker, 1992]. El objetivo principal del proyecto era la creación de una metodología general de desarrollo de este tipo de sistemas. Para conseguirlo se creó un módulo independiente para contener el conocimiento sobre la aplicación y se probó utilizándolo en aplicaciones como el sistema de correo electrónico del sistema operativo UNIX. Se trata de un sistema de ayuda activo y para ello se mantiene información sobre el objetivo de

los usuarios y los planes propios de cada usuario y los planes genéricos de distintos niveles de experiencia, pudiendo comparar toda esta información y generar indicaciones si hay discrepancias. Su actuación inteligente se basa en la interpretación y generación de lenguaje natural y la información contextual del estado de la aplicación y del conocimiento del usuario sobre la aplicación.

ARAN

ARAN es un IHS para el sistema operativo UNIX [Fernandez-Manjon, 2001]. En cualquier momento, mientras el usuario esta trabajando en UNIX, puede activar la ayuda de ARAN y expresar su necesidad. El sistema tiene un interfaz gráfico muy elaborado que facilita la comprensión de la información que se presenta y de la que se solicita. El usuario puede elegir su comunicación con el sistema en tres modos: inspección del dominio, mediante menús y uso del ratón; interacción en lenguaje natural, mediante pregunta directa; selección de descriptores, mediante el uso de listas que proporciona el sistema con los descriptores posibles y los documentos en los que aparece cada descriptor. ARAN utiliza técnicas de hipertexto y de recuperación de información estadística. Los principales objetivos del proyecto que ha realizado este sistema son demostrar la posibilidad de utilización de los IHS en entornos complejos y crear una estructura general de representación de la información y modelado de usuarios.

2.2.4. Sistemas Inteligentes de Tutorización

La enseñanza asistida por computadora (CAI o Computer Assisted Instruction) surge a finales de los años 50 con la idea de programar la enseñanza, de alguna forma, sustituir al profesor por un ordenador. El tiempo transcurrido desde entonces ha modificado bastante esta idea inicial, el objetivo actual de los sistemas de educación por medios informáticos no es la supresión del profesor sino su conversión a un papel diferente, dejar de ser transmisor de contenidos para convertirse en guía y facilitador del proceso educativo. Con esta premisa nace el concepto de tutor virtual y de teleformación.

Por otro lado diferentes autores a lo largo de las décadas de los 80 y 90 (por ejemplo [Ford, 1987] y [Kahn, 1991]) han venido propugnando que la tecnología sea un soporte a la enseñanza que permita seleccionar diferentes estrategias pedagógicas entre las cuales el alumno-profesor elija cual es la que mejor se adapta a cada estilo y capacidad. Actualmente estamos viviendo un momento en el que “se trata de pasar de una

enseñanza centralizada, característica del modelo en cascada del docente al discente, a un modelo en el cual cada vez más responsabilidad sobre el aprendizaje viene atribuida a quién aprende” [Resnick, 1998]. Partiendo de esta base se puede definir dos objetivos básicos en un buen sistema de aprendizaje: Instrucción centrada en el alumno e Interactividad. Para obtenerlos todo el proyecto se debe llevar a cabo conociendo muy bien las necesidades, conocimientos y motivaciones del alumno y proporcionando medios de comunicación para obtener en todo momento retro-información del alumno.

En general, analizando los actuales sistemas comerciales de teleformación podemos deducir que:

- ? Prestan poca atención a la adaptación y guía en los procesos de aprendizaje.
- ? Realizan una formalización y estructuración del conocimiento muy superficial y poco eficaz a efectos docentes.
- ? Están orientadas hacia contenidos demasiado expositivos (libros con diferente formato).
- ? Ignoran de manera sistemática la enseñanza de habilidades y destrezas.

Por otro lado, se ha venido intentando utilizar la Inteligencia Artificial para conseguir suplantar al profesor mediante un ordenador considerado como “tutor”. Con esta idea nacen los Sistemas Inteligentes de Tutorización (ITS o Intelligent Tutoring Systems) que tratan de ofrecer a cada alumno la posibilidad de un proceso de enseñanza individual y particularizado, procurando establecer estrategias de enseñanza sobre la base del seguimiento del aprendizaje y de los resultados que alcanza cada alumno, intentando emular a los tutores humanos en su habilidad para determinar en cada caso que enseñar, cuando enseñarlo y como enseñarlo.

La idea de proporcionar inteligencia a los entornos de teleformación no es nueva. Desde el principio de la década de los 90 diversos autores, principalmente Brusilovsky [Brusilovsky, 1993] han desarrollado sistemas ILE (Intelligent Learning Enviroment) para distintas materias. El propio [Brusilovsky, 1997], a finales de la década, amplía el concepto para cubrir una necesidad formativa más general: integrar ITS, hipermedia y entornos de teleformación. Su objetivo es soportar distintos estilos de aprendizaje y adaptarlos a cada alumno. Estos sistemas se basan en estructuras jerárquicas clásicas del modelo del dominio, que son controladas y recorridas según los parámetros establecidos en el modelo del estudiante. Estos sistemas han desarrollado la interactividad y adaptabilidad de los sistemas de teleformación mediante técnicas relacionadas con la interacción sistema-alumno, tales como las agrupadas bajo el término AH (Adaptative Hypermedia) [Brusilovsky, 2003].

Aunque hasta ahora la mayoría de los ITS está siendo utilizada en pequeña escala y no muchos de ellos se han analizado ampliamente, varios autores han identificado

diversas razones del éxito obtenido por alguno de ellos. [Schofield et al., 1990] indican que la razón de su éxito es el hecho de permitir al profesor pasar más tiempo con estudiantes retrasados o incrementar la motivación de la clase, dando menos importancia a la guía que realiza el ITS sobre el alumno. Para [McArthur et al., 1990] los ITS seleccionan las tareas o problemas a realizar, deciden que soporte necesita el estudiante, la respuesta y la naturaleza de la información que deben recibir. Esto significa que aunque el estudiante tiene cierto control la mayor parte de las decisiones las toma el ITS basándose en las experiencias e informaciones que el propio estudiante le ha proporcionado antes. [Ohlsson, 1991] argumenta que la verdadera importancia de un ITS está en función de los principios de aprendizaje que lo iluminan. Estos principios apoyados en el conocimiento del aprendizaje y la enseñanza son la guía de construcción de nuevas generaciones de sistemas. Por otro lado, [Anderson et al., 1987] considera que los alumnos necesitan una respuesta rica y variable. Esto es fundamental en procesos de generación de la respuesta paso a paso, en donde al estudiante le resulta más difícil localizar el error entre todas las acciones realizadas, es decir, los ITS tienen una capacidad de generar una respuesta altamente detallada en la resolución de problemas

Los ITS, además, se basan en la utilización del aprendizaje colaborativo, cuyo desarrollo es muy importante en el aprendizaje mediante clases no presenciales. En [Soller, 2001] se presenta un modelo de aprendizaje colaborativo diseñado para ayudar a los sistemas de aprendizaje inteligentes a identificar y alcanzar las áreas con problemas de interacción de grupos. El modelo describe potenciales indicadores de aprendizaje colaborativo efectivo y, para cada indicador, recomienda estrategias para potenciar la interacción. Este modelo de aprendizaje colaborativo conduce al diseño y el desarrollo de herramientas que automatizan la codificación y ayudan al análisis de la actividad del aprendizaje colaborativo.

Si atendemos a las investigaciones de McArthur y su grupo [McArthur et al., 1990] tanto los CAI como los ITS se caracterizan por una filosofía común: alto control del tutor, presentando las tareas o problemas para dejar que el alumno conteste y devolviendo después un resultado al estudiante. Pero la diferencia estriba en que los ITS presentan razonamientos y conocimientos parecidos a los de un tutor humano (sistemas basados en el conocimiento) ya que pueden actuar paso por paso, no corrigiendo solo el resultado final, sino haciendo razonamientos intermedios. Esta condición resulta fundamental para el desarrollo posterior de este trabajo, que no pretende obtener una parametrización final y global del sistema sino guiar al usuario paso a paso en esta tarea, obteniendo resultados parciales comprensibles que conduzcan hacia otros caminos en la parametrización.

El desarrollo de los ITS ha sufrido algunos problemas, principalmente por la dificultad de conseguir sistemas válidos en diversos ambientes. Tal y como señala

[Rodríguez, 2000]: “estos sistemas han resultado ser complejos de construir, funcionan para dominios muy restringidos, y las soluciones, salvo excepciones, no son escalables o presentan gran dificultad para adaptarse a otros contenidos”. Realmente estos sistemas tienen unas exigencias muy amplias, en este sentido, podemos considerar los IHS como ITS más sencillos, con los que es posible lograr parte de los objetivos pedagógicos perseguidos por un tutor, teniendo unas características menos exigentes. En la línea de autores como [Marchionini, 1995] podemos considerar la ayuda y la enseñanza como dos partes de un mismo proceso, siendo la ayuda una enseñanza con un objetivo muy claro de resolución de un problema concreto.

Respecto a su arquitectura, según [Nezami, 1997] un ITS tiene cuatro componentes básicos, que se representan con sus relaciones en la figura 2.26.

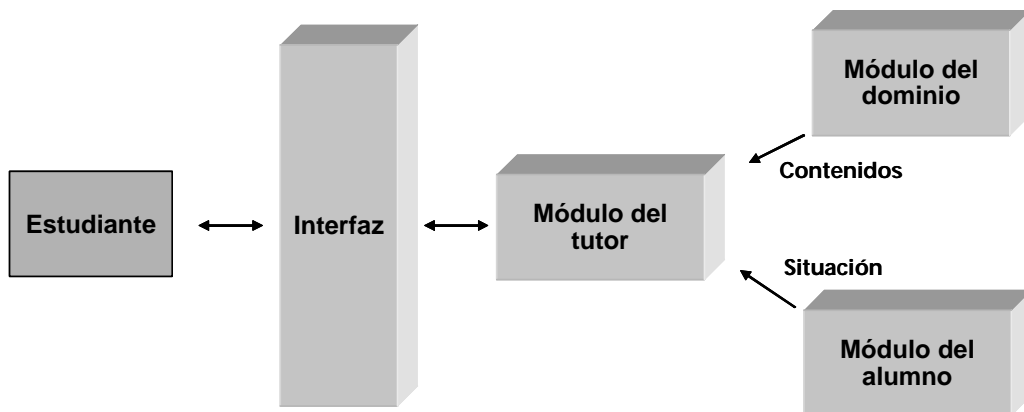


Figura 2.26 Arquitectura básica de un sistema ITS

La función de cada uno de estos componentes es la siguiente:

- ? Módulo del tutor. Simula la acción real del tutor. Toma los contenidos del Dominio que deben presentarse al usuario y decide en que forma gráfica exponerlos. Debe usar un criterio dinámico en función de la información almacenada en el modelo de estudiante sobre el estilo de aprendizaje y el estado actual del mismo de cada estudiante. Realiza las funciones de evaluación y supervisión.
- ? Interfaz. Permite una interactividad real entre el estudiante y el sistema (hipertexto, multimedia, realidad virtual, etc.), seleccionando, en cada caso, la herramienta adecuada.
- ? Módulo del dominio. Mantiene organizada la información sobre los conceptos y el conocimiento que se va a enseñar, en función del área específica del conocimiento.

- ? Módulo del alumno. Registra la situación de los alumnos. Usando actividades de diagnóstico y evaluación contiene el estilo de aprendizaje del alumno y el estado actual de su aprendizaje.

Así, los ITS se caracterizan por representar separadamente la materia que se enseña (módulo del dominio) y las estrategias para enseñarla (módulo del tutor). Un punto clave en los ITS, ya que determinará en gran medida la forma de trabajar del módulo del tutor, es la forma de representación del conocimiento del dominio. Básicamente hay dos corrientes, la representación mediante reglas de producción y las basadas en modelos asociativos como redes semánticas. Por otro lado, caracterizan al alumno (a través de un módulo del alumno) para procurar una enseñanza individualizada. El sistema debe mantener información sobre lo que el alumno sabe, lo que el alumno cree que sabe y sobre lo que sabe pero es incorrecto. Este modulo es fundamental para poder realizar una verdadera tutorización similar a la humana, por esto hay autores que consideran que el modelado dinámico del alumno es la contribución fundamental que diferencia a los ITS de los sistemas clásicos de teleformación [Self, 1994].

Los primeros ITS se orientaron al área de las matemáticas más sencillas y fueron extendiéndose a otras áreas cercanas: temas matemáticos más complejos, ciencias y electrónica. Posteriormente ampliaron su campo de aplicación al lenguaje y las ciencias sociales. Actualmente podemos encontrar ITS sobre materias muy variadas como la programación y el análisis de programas, el diagnóstico médico, la geografía y el entrenamiento industrial. En [Brusilovsky, 1999] se recoge un estudio realizado de los ITS existentes, en base al cual es posible clasificar los ITS en tres categorías tecnológicas: basados en la secuencia curricular, basados en el análisis de las respuestas del alumno y basados en el soporte interactivo a la resolución de problemas. La mayoría de los primeros ITS desarrollados se basaban en las dos primeras técnicas.

- ? Sistemas ITS basados en la secuencia curricular. El objetivo de estos ITS es proporcionar al estudiante la más efectiva secuencia de instrucciones y tareas de aprendizaje (ejemplos, preguntas, problemas, lecturas, etc.) para trabajar con ella. Esta secuencia se definía individualmente para cada alumno y se denomina secuencia curricular. Hay varios ejemplos de ITS que siguen esta tecnología, aunque implementada de maneras diversas: ELM-ART [Brusilovsky et al., 1996], CALAT [Nakabayashi et al., 1997] e InterBook [Brusilovsky y Schwarz, 1997].
- ? Sistemas ITS basados en el análisis de las respuestas del alumno. Trabajan con las respuestas finales que el alumno da a los problemas educativos que se le plantean. El sistema proporciona al estudiante información adecuada según la respuesta de este, siguientes tarea a realizar en caso de respuestas correctas o

actividades a repetir o realizar o respuesta correcta y explicaciones en caso de respuesta incorrecta. Además actualiza la información sobre el alumno con sus resultados. En estos sistemas es muy importante la interfaz y el grado de interacción alumno/tutor. Ejemplos de ITS que trabajan de esta forma son: LISP Tutor, un ITS para programar en LISP [Anderson y Reiser, 1985] y WITS, un ITS para el cálculo diferencial [Okazaki et al., 1997].

- ? Sistemas basados en el soporte interactivo a la resolución de problemas. El objetivo de estos ITS es ayudar interactivamente al estudiante en la resolución de problemas planteados durante su aprendizaje proporcionándole ayuda inteligente en cada paso que deba realizar para alcanzar la solución. El sistema debe recoger las acciones que realiza el estudiante, entenderlas y utilizarlas para ayudarle y actualizar el modelo del estudiante. Podemos encontrar ejemplos de este tipo de ITS en: Belvedere [Suthers y Jones, 1997], ADIS [Warendorf y Tan, 1997], que usa la tecnología de Java para soportar la interactividad, y PAT-Online [Ritter, 1997].

Veamos a continuación algunos de los ITS referenciados y otros ITS particulares por su dominio de aplicación o su modelado del conocimiento.

Interbook

InterBook [Brusilovsky y Schwarz, 1997] es un sistema para autorizar y entregar libros de texto electrónicos en entornos adaptativos o inteligentes en la web. Todos los libros electrónicos generan una tabla de contenidos, un glosario y una interfaz de búsqueda. En Interbook la estructura del glosario contiene la estructura pedagógica del dominio de conocimiento y cada nodo de la red del dominio se representa como una entrada en el glosario. Todas las secciones del libro electrónico están indexadas según el modelo del conocimiento, proporcionando referencias del glosario. Además establece prerequisites entre los conceptos. El modelo de usuario de Interbook se crea a través del registro del alumno con un modelo predefinido y se actualiza cada vez que el alumno se mueve por el sistema tutor. Ayudándose de este modelo Interbook proporciona al alumno guía, soporte a la navegación y ayuda personalizada. Para realizarlo crea referencias entre el glosario y el libro electrónico según el conocimiento del dominio que el alumno posee en cada momento, de esta forma, puede sugerir al alumno la siguiente sección a visitar o cuando tiene dificultades en un tema indicarle el concepto o los conceptos previos que debería repasar basándose en los prerequisites.

LISP Tutor

LISP Tutor [Anderson y Reiser, 1985] es un ITS desarrollado para enseñar los principios básicos del lenguaje de programación LISP. Contiene dos modelos principales, el modelo experto que se creó como una serie de reglas de producción correctas y el modelo del alumno que se construyó como un subconjunto de estas reglas de producción correctas junto con reglas de producción comunes incorrectas, es decir verdadero conocimiento y errores comunes o conocimiento falso que se da frecuentemente. LISP Tutor está basado en el principio "aprender haciendo" donde el alumno aprende trabajando por problemas. El tutor actúa como un guía en la resolución de problemas pero nunca define el conocimiento que el alumno debe adquirir.

LISP Tutor emplea otro modelo conocido como modelo de traza que mantiene distintos modelos de soluciones de problemas y los sigue a medida que el alumno resuelve un problema. De esta forma devuelve información detallada, de una forma muy simple, al alumno según sus acciones. Cuando el alumno comienza a resolver un problema el sistema tutor recoge información sobre su solución y sobre las soluciones erróneas. A medida que el estudiante escribe la solución el sistema tutor la analiza. Si la información escrita es coherente con una solución correcta el sistema tutor permite que el estudiante continúe, si es coherente con una solución incorrecta impide que el alumno continúe y le da información sobre su error y el paso correcto a seguir. Si la solución no coincide con ninguna almacenada el sistema tutor pide que se repita la solución. Este método tiene las ventajas del diagnóstico temprano de errores y de la interactividad permanente. El alumno nunca se aparta de una solución correcta. Tiene la desventaja de ser un sistema muy restrictivo y nunca permite al estudiante explorar el comportamiento incorrecto.

Belvedere

Belvedere [Suthers y Jones, 1997] es un sistema colaborativo que guía a los estudiantes en el desarrollo de discusiones acerca de problemas científicos y da soporte al desarrollo del razonamiento mediante la argumentación científica. Es un sistema basado en el conocimiento que permiten trabajar a grupos pequeños de estudiantes. Belvedere asiste a los estudiantes cuando trabajan sugiriéndoles formas de extender o mejorar los diagramas argumentativos. Ofrecen un repertorio de mecanismos de representación especializados que se usan para representar ideas y conceptos, y las relaciones entre ellos. Tipifica cada idea que se aporta y la representa mediante un gráfico. Utiliza un conjunto fijo de primitivas para representar hipótesis, evidencias, etc. En base a la semántica de este lenguaje, el sistema puede chequear la consistencia de la argumentación, e indicar posibles acciones al usuario. Tiene como modelo de

representación una red semántica, con nodos y relaciones etiquetadas en términos del conjunto de primitivas.

La interfaz de usuario ofrece un menú de formas gráficas a las que se puede añadir texto, para construir representaciones de ideas o evidencias, que se relacionan con otras, por tanto las aportaciones del grupo se representan en la interfaz del sistema en forma de esquemas gráficos a los que se puede añadir texto. Para incorporar argumentaciones se indica el tipo de nodo, se escribe el texto y se señala con qué otras ideas/nodos está relacionado eligiendo también el tipo de relación. El sistema analiza la consistencia y completitud del trabajo (grafo) creado por los estudiantes e incluye mecanismos de aviso destacando aquellos elementos que están incompletos o incorrectos. También ofrece pistas para mejorarlos. Existe una versión de este sistema que funciona a través de Internet, que guarda la información en una base de datos que está en el servidor y que intercambia los datos con los clientes.

TOTS, STEVE, PAT y PACO

Actualmente, hay otras líneas de investigación en el marco de los ITS que intentan combinar las características generales de estos con sistemas interactivos orientados a las tareas y se aplican a la enseñanza de tareas procedimentales. En esta línea está el desarrollo secuencial de los prototipos TOTS, STEVE, PAT y PACO [Brusilovsky, 2003], que han perfeccionado progresivamente la idea inicial presentada con TOTS. Van dirigidos a entornos de aprendizaje virtual, priorizando el dialogo colaborativo entre el sistema y el estudiante y las animaciones gráficas. Estos sistemas modelizan el conocimiento procedimental basándose en la representación declarativa de este, técnica ampliamente explicada en [Rickel et al., 2000], utilizada habitualmente por los ITS. Hay cuatro módulos claves en estos prototipos de tutores inteligentes:

- ? El módulo experto incorpora el conocimiento y las capacidades que deberían enseñarse al estudiante; sabe solucionar los problemas que se le presentan. Como ya hemos dicho, la representación típica del conocimiento en los ITS puede ser como reglas de producción, y en este caso se ejecutarían las tareas del dominio ejecutando directamente las reglas de producción, o como redes de conocimiento, especificando los pasos del procedimiento y su orden y, en este caso, las tareas del dominio se ejecutarían mediante un interprete independiente. Los cuatro prototipos utilizan el mismo modo de representación: cada tarea consiste en un conjunto de pasos y cada paso es una acción o un conjunto de acciones con estructura jerárquica. Por último se programan condiciones entre las tareas que son las que guían la ejecución a través de la red.

- ? El módulo de diálogo mantiene el estado del diálogo entre el tutor y el alumno, es básicamente, la interfaz de comunicación y una estructura de datos que almacena todo el proceso y que puede ser consultada por el resto de los módulos.

- ? El módulo de reconocimiento del plan usa la salida del módulo experto y del modulo de dialogo para interpretar las acciones del estudiante y decidir lo que el estudiante trata de hacer. Ajusta las acciones del estudiante al plan educativo determinado si se sigue el plan inicial o no y las desviaciones en este último caso.

- ? El modulo ejecutivo pedagógico utiliza la salida de los otros tres módulos para decidir que decir o hacer a continuación. Determinar el plan que sigue el estudiante y compararlo con el plan inicial o teórico, conocer su situación real de conocimiento, sus errores y aciertos y tener presente la materia a enseñar (en este caso las acciones por las que tiene que ser guiado) permiten al sistema tutor moverse por la estructura del conocimiento y presentar las acciones formativas adecuadas.

SITA

SITA (Sistema Inteligente de Tutorización Avanzada) es un ITS desarrollado en la Universidad de Alcalá [Pagés et alt., 2004]. Su existencia se justifica en la creciente necesidad de dotar de inteligencia a los sistemas que ayudan al aprendizaje descentralizado a través de internet y en la inexistencia de metodologías que permitan generar con cierta facilidad contenidos docentes tutorizados, manteniendo un gran nivel de formalización y estructuración en la representación de los conocimientos. SITA combina la robustez y la amigabilidad de la multimedia en los actuales sistemas de teleformación con la sofisticación y complejidad de los ITS. Al alumno este sistema le ofrece la ventaja de una enseñanza altamente individualizada, donde los conocimientos se adquieren de forma interactiva y de acuerdo a la filosofía ‘aprender haciendo’. Al desarrollador y utilizador de contenidos se ofrece una importante novedad en la forma de modelización de estos a través de un sistema universalmente reconocido de representación de procesos como es EPC (Event Driven Processing Chains) y su posterior implementación como reglas semánticas en una base de datos. Este método formal permite la representación del conocimiento procedural obtenido del lenguaje natural para almacenarlo y ejecutarlo, proponiendo al estudiante o aprendiz distintos caminos a través de ese conocimiento mediante una aproximación top-down guiada a través del conocimiento almacenado en el sistema.

La metodología de creación de los contenidos docentes se basa en la Ingeniería Lingüística del Conocimiento que guía la creación de las bases interactivas de conocimientos que incluyen reglas sobre conocimientos propios del dominio que se trata (que enseñar) e información multimedia sobre los objetos didácticos del dominio. Se utiliza dicho método para transformar los conocimientos expresados en el lenguaje natural de un texto en conocimientos con representaciones más formalizadas, actuando como un puente entre los discursos explicativos de un texto y las reglas ejecutables que todo sistema experto tiene para permitir sesiones de docencia guiadas. Después se analizan las reglas semánticas obtenidas convirtiéndolas en diagramas del tipo EPC. El conjunto de diagramas asociados a reglas obtenido forma el modelo de EPC o red semántica. El proceso se simplifica, a partir de la representación de las reglas, gracias al uso de la herramienta ARIS que permite, de forma automática, la validación del modelo obtenido y la transformación de las reglas en ficheros de datos con los que cargar la base de conocimientos del sistema.

SITA se puede conectar con una plataforma de teleformación existente en el mercado, proporcionando la ventaja de aprovechar sus capacidades, ya probadas y consolidadas, tradicionales en los Learning Management Systems comerciales, relativas a la gestión y distribución de cursos y alumnos. También permite recibir información contenida en la plataforma sobre las preferencias pedagógicas del alumno basadas en los conocimientos de cada uno, las preferencias previas, etc., de manera que el sistema tutorizado pueda proporcionar una experiencia de aprendizaje individualizada para cada estudiante. Además la arquitectura del sistema, basada en los actuales estándares en la materia, permite que la integración con cualquier plataforma de teleformación comercial sea fácil de desarrollar

A modo de validación y ejemplificación de la arquitectura y metodología de SITA se ha desarrollado un prototipo de un caso real de aplicación en el que se han utilizado las técnicas presentadas dentro de un sistema creado a partir de los principios arquitecturales considerados como fundamentales, e interactuando con un sistema de gestión del aprendizaje de tipo comercial. El objetivo de este caso práctico es el desarrollo e implementación de un ITS conectado a un sistema de teleformación avanzado para la formación de operadores de las máquinas punzonadoras de la empresa de Máquinas-Herramientas GEKA. El sistema de teleformación elegido es LUVIT (www.luvit.com), con el que la Universidad de Alcalá colabora desde hace tiempo. LUVIT proporciona una plataforma educativa basada en la web con herramientas que facilitan la producción de cursos on-line y que hacen posible obtener lecciones dinámicas e interactivas utilizando diversos métodos pedagógicos seleccionados por los profesores.

2.2.5. Inteligencia artificial en el ámbito empresarial

Hace unos años al pensar en Inteligencia Artificial las situábamos en un ambiente de investigación y de tecnologías asociadas a la experimentación, nunca destinada a aplicaciones empresariales y de negocio. A partir de los años 80 algunos campos concretos de la IA empiezan a utilizarse ampliamente en el control de maquinaria eléctrica o mecánica. Aspectos relacionados con la robótica y la lógica fuzzy se usan con éxito en el diagnóstico y control industrial. Hay que esperar a finales de los años 90 para ver como, en solitario o combinadas con aplicaciones software convencionales, las técnicas de inteligencia artificial se utilizan en las áreas de gestión empresarial [Buchanan, 2002]. Desde entonces podemos encontrar muchos ejemplos de IA en las empresas e industrias: Software de planificación para, automáticamente y rápidamente, crear la planificación optimizada de proyectos, sistemas de teleformación que trabajan como el tutor humano en la formación del personal, programas de reconocimiento de voz y reconocimiento de formas, lavadoras que automáticamente se adaptan a condiciones diferentes de lavado, simuladores de hipotecas, sistemas automáticos de decisión de inversiones, software predictivo de resultados financieros y necesidades de personal en un negocio, sistemas de ayuda a la detección de fraude en créditos, sistemas de consejos y noticias que personalizan sus respuestas y muchos más. Actualmente todos estos ejemplos se encuadran en el término Inteligencia de Negocio (BI o Business Intelligence). En general se refiere a la aplicación de cualquier sistema inteligente al mundo de los negocios y las empresas, es decir, la gestión inteligente de procesos y datos que ayuda a la toma de decisiones tácticas, optimizando los procesos de negocio, y estratégicas, analizando los factores clave de los procesos de forma integrada.

Cuando se controla una realidad variada y compleja es necesario instalar una serie de sensores (puntos de recogida de datos) que oportunamente monitorizados den una visión del conjunto del sistema. También es necesario definir las reglas de operación, establecer los parámetros a controlar, los valores límite, crear las estructuras lógicas que generen los eventos y predisponer mecanismos que ejecuten las acciones necesarias en cada caso. Para hacer todo esto nos ayuda la IA. Muchos sistemas que utilizamos trabajan con IA sin saberlo, por ejemplo, el asistente de Microsoft Office [Waltz, 1997] que manejan diariamente muchas personas en todo el mundo. Al menos, esto demuestra que software que utiliza métodos de IA ya ha salido del ámbito investigador y universitario.

Un gran problema para la toma de decisiones es la cantidad aplastante de información que hay que manejar. La clave para las personas que tienen que decidir está en ser capaz de examinar y aislar la información esencial para basar sus decisiones en los parámetros vitales y hacerlas efectivas en el negocio. El mercado de hoy es tan competitivo que las empresas deben considerar todas las posibilidades y utilizar todas las ventajas que suponen los métodos de IA. Estos pueden ser usados satisfactoriamente

como un instrumento para seleccionar, extraer y analizar las cantidades enormes de información en nuestra sociedad, aprendiendo más sobre el entorno y los clientes y conociendo los problemas antes de que ocurran.

Se finaliza esta introducción mostrando algunos ejemplo de aplicaciones de IA en el entorno empresarial, en la tabla de la figura 2.27 basada en [Nordlander, 2001].

CAMPO	TIPO	FUNCIONES
Producción	Redes neuronales	Control de procesos Aseguramiento de la calidad Visión computacional Previsiones de productos Series temporales de las previsiones Optimización de problemas Simulación Diagnóstico en ingeniería Planificación de la capacidad Diseño de sistemas Control de calidad de los productos
Producción	Sistemas expertos	Programación Control de procesos Rutinas de detección de defectos Diagnóstico de causas de defectos Pronósticos de calidad Selección de materiales Control de calidad Estructuración del conocimiento Optimización del diseño
Producción	Algoritmos genéticos	Hardware evolutivo Diseño de filtros digitales Fusión de información desde múltiples sensores Diseño aerodinámico
Marketing	Redes neuronales	Pronóstico de moda Planificación de distribución Estrategias de promociones de venta Demanda de productos de alimentación Pronóstico de cuotas de mercado
Negocios y finanzas	Redes neuronales	Distribución de mercado Distribución de correo Simulación, predicción y evaluación de quiebras Porcentajes de interés bancario Porcentajes de cambio de moneda Riesgos de hipotecas Aplicación de créditos Análisis de créditos Optimización de problemas Análisis de existencias de mercado Pronósticos de existencias de mercado

		Consejero de carteras de acciones
Negocios y finanzas	Sistemas expertos	Técnicas de negociación Pronósticos de valores, monedas, etc. Evaluación de créditos Análisis de compañías Avisos de inversión Estructura de reglas fiscales Políticas de precios Análisis de competidores Análisis de suministradores
Negocios y finanzas	Algoritmos genéticos	Simulación de mercados de electricidad Planificación detallada de problemas Horarios Modelos de crecimiento económico

Figura 2.27 Tabla de aplicaciones de IA en el ámbito empresarial

Gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento se convierte en un argumento importante en las empresas a partir de los años 90. La idea de fondo es que cada organización, internamente, produce un saber original y distintivo que oportunamente utilizado puede contribuir a su competitividad. De hecho, cualquier idea que surge en un área puede ser factible en otra o serlo en un momento diferente. La importancia de reutilizar el saber de la organización es tanto más importante en cuanto el ambiente en el que se mueve es mudable y dinámico. Reutilizando y combinando soluciones existentes se puede dar respuestas rápidas a los cambios. En este sentido los sistemas de gestión del conocimiento intentan responder a tres necesidades fundamentales:

- ? Convertir el saber en un recurso controlable;
- ? Convertir el saber en un recurso reutilizable con el fin de maximizar las oportunidades de su revalorización con el uso;
- ? Convertir el saber en un recurso que pueda ser distribuido entre las personas con el fin de maximizar las oportunidades de aprendizaje.

En general, estos sistemas centran su atención en la estandarización del saber que puede convertirlo en controlable, reutilizable y compartido, es decir, en el desarrollo de bases de datos de conocimiento. Desde esta perspectiva es posible comprender el modo en que los modelos teóricos y tecnológicos de la IA se utilizan en los sistemas de gestión del conocimiento [Fowler, 2000]:

- ? Ontologías y, en general, tecnologías de ingeniería del conocimiento para la representación y organización de grandes cantidades de información. La

orientación de los sistemas de gestión del conocimiento basados en ontologías son diversos. En el campo de los negocios, encontramos sistemas como WebCADET [Caldwell y Clarkson, 2000] que es un sistema basado en la Web para el soporte de decisiones aplicando un motor de inferencia a bases de datos estructuradas ontológicamente que permite entender e integrar diversas fuentes de información. El énfasis de WebCADET consiste en manejar un gran número de parámetros (entradas y relaciones de la base de conocimientos) implicados en el desarrollo de nuevos productos, en particular durante la fase de diseño conceptual cuando errores tempranos pueden conducir a fracasos o desviaciones sustanciales en el proceso posterior. Otro ejemplo puede ser Planet-Onto [Domingue y Motta, 2000], que es un sistema desarrollado como administrador inteligente de noticias en grupos de trabajo inter-institucionales. Esta herramienta permite la formalización de documentos bajo una ontología y el aumento de búsquedas estándar y de facilidades de búsqueda a través de una recuperación deductiva del conocimiento. Además, la arquitectura PlanetOnto incluye agentes inteligentes que proporcionan la inclusión personalizada de noticias y alarmas y la identificación de noticias potencialmente interesantes según las preferencias de los usuarios.

- ? Instrumentos de Data Mining para la búsqueda clasificada y automática de información y la extracción de la información relevante, el análisis sistemático y periódico, que transforma los datos en información útil y manejable para la toma de decisiones. Un ejemplo de utilización de estos sistemas es la compañía Dallas Teachers Credit Union (DTCU) que usa el sistema IBM DB2 Intelligent Miner que aplica técnicas de redes neuronales y técnicas estadísticas [Nicolussi y Grontzki, 2005]. Este sistema utiliza datos demográficos y personales para localizar cliente que deseen abrir cuentas corrientes y que cumplan las condiciones que impone DTCU para convertirse en clientes. La compañía considera que un 10% de los resultados obtenidos son consecuencia del uso de este sistema.

Gestión de las relaciones con el cliente o CRM (Customer Relationship Management)

CRM es básicamente la respuesta de la tecnología a la creciente necesidad de las empresas de fortalecer las relaciones con sus clientes. Las herramientas de gestión de relaciones con los clientes o CRM son las soluciones tecnológicas para conseguir desarrollar la teoría del marketing relacional, que se define como la estrategia de negocio centrada en anticipar, conocer y satisfacer las necesidades y los deseos presentes y previsibles de los clientes.

Habitualmente estos sistemas utilizan técnicas híbridas de inteligencia artificial, fundamentalmente técnicas de minería de datos, redes neuronales y sistemas expertos. Veamos algunos ejemplos:

- ? El sistema VIRDIX de Trajecta combina técnicas de simulación y redes neuronales para la realización de análisis de comportamiento de los clientes [Nordlander, 2001]. Se ha aplicado con éxito en la Federal Express Corporation, importante compañía de transporte, utilizando una gran base de conocimiento sobre los clientes y un modelo predictivo que los clasificaba en segmentos según su previsible comportamiento frente a cambios en su relación con la empresa.

- ? En [Lozano y Fuentes, 2004] encontramos la aplicación de una metodología basada en distintas técnicas de Inteligencia Artificial (redes neuronales, lógica difusa, así como técnicas bio-inspiradas basadas en el comportamiento de las hormigas) al proceso de toma de decisiones de la empresa en red. Primero se consideran dos conjuntos referenciales en los que se incluye la muestra de consumidores considerada de la que se obtendrá información y sus opiniones acerca de una serie de cualidades deseables en el diseño de la página web de la empresa. A continuación se desarrolla un modelo de simulación de visitas de los clientes a la página web diseñada, observando el impacto en los indicadores relevantes de decisiones, políticas, cambios de escenarios, etc. Después, con los datos reales de acceso y su procesamiento en una red neuronal, el sistema puede analizar las visitas que recibe en su página y entender en cierto modo, el comportamiento y los requerimientos de los navegantes, para de ésta forma, conseguir una personalización del estilo o contenido de su página web. Finalmente se plantea una toma de decisiones a partir del empleo de metodología difusa, conducente a la búsqueda de una óptima calidad en el diseño de la página web a partir de los criterios de usabilidad, accesibilidad, interactividad, importancia en los contenidos, y actualización de la página.

- ? El sistema INTELEC de Quantrax Corp. es un sistema experto que ayuda a determinar las condiciones particulares de cada cliente para la elección de la tarjeta de crédito más conveniente y sus parámetros [Panczyk, 1999]. Se basa en un motor de inferencia y una base de datos de reglas que aplica lógica fuzzy. En [Kay, 2001] se presentan otros ejemplos de utilización de IA en la detección de fraudes en tarjetas de crédito basándose en las desviaciones en los hábitos comerciales de los clientes.

- ? El sistema eServicePerformer de Firepond es un agente inteligente que utiliza lógica fuzzy y técnicas de procesamiento de lenguaje natural [Nordlander, 2001]. Su objetivo es ayudar a responder a las preguntas de los clientes de una manera más eficiente, ya sea a través del correo electrónico o la web, incluso en

chats on-line. Aplica las técnicas ya mencionadas de IA para determinar el responsable comercial adecuado a cada cliente según la zona y la disponibilidad, la clase del mensaje por su contenido y urgencia y las respuestas exactas y contextuales a las preguntas. En [Sloman y Logan, 1999] ya se considero la utilidad de la aplicación de agentes inteligentes a la comunicación vía correo electrónico.

- ? El sistema Habitat-Pro, creado por la spin off Agents Inspired de un grupo de investigación de la Universidad de Gerona (www.agentsinspired.com), que actúa como un sistema experto en la personalización a partir de los gustos subjetivos de los clientes. Se basa en agentes inteligentes para asociar indicadores o atributos subjetivos a los productos y servicios que ofrecen, utilizando la IA para crear modelos de los clientes y conocer sus preferencias. [Peña et al., 2002] define Habitat-Pro como una herramienta de personalización de contenidos y prospección de mercados que utiliza técnicas de Razonamiento Basado en Casos y Reglas de Lógica Difusa. La analiza y utiliza su arquitectura como base para el desarrollo del sistema multiagente MAS-PLANG, realizado para transformar el entorno educativo virtual de las USD (Unidades de Soporte a la Docencia) de la Universidad de Gerona, en un sistema hipermedia adaptativo teniendo en cuenta estilos de aprendizaje.

Control financiero

Las aplicaciones de control financiero siempre han sido las pioneras en los sistemas de información empresarial y el centro informativo de los sistemas empresariales en el que convergen datos del resto de aplicaciones. Consideramos aplicaciones financieras aquellas relativas al control del capital, la inversión y los beneficios, por ejemplo las asignaciones de créditos y la evaluación de préstamos e hipotecas en la banca, el cálculo de primas en el mundo de los seguros y, en general, la detección de operaciones financieras ilegales, el manejo de inversiones, la predicción de los valores de la cartera bursátil, etc. A través de los años, se han utilizado diversas técnicas de IA para emular la intervención humana en esta gestión y la gama de aplicaciones financieras donde incide es cada vez más amplia [Coello y Castillo, 1999]. Las técnicas de IA más utilizadas en este campo son las redes neuronales, los sistemas expertos, los algoritmos genéticos y la lógica difusa. Una de las tendencias más marcadas en la actualidad es mezclar diferentes técnicas en una misma aplicación, aprovechando las ventajas de cada una, obteniendo sistemas híbridos. Analizaremos brevemente el uso de cada una de ellas:

- ? Redes neuronales. [Dutta y Secar, 1988] describen el uso de una red neuronal para predecir la clasificación de los bonos de una empresa en base a sus riesgos

posibles. Esta clasificación estima la capacidad de una compañía de poder pagar estos bonos en el tiempo convenido, con la tasa de interés acordada. Tradicionalmente, se han utilizado métodos de regresión estadística para tratar de realizar estas predicciones, produciéndose resultados con una precisión del 60% en promedio. Esta red neuronal fue capaz de efectuar predicciones con una precisión del 82%. Otro ejemplo es el sistema Cardholder Risk Identification Service (CHRIS) utilizado por Visa Internacional como un sistema de detección de fraudes que usa redes neuronales [Goonatilake, 1996]. La red neuronal detecta actividades fraudulentas, comparando transacciones legales con casos previos de fraude. En el campo de la determinación del precio de carteras de valores tenemos dos ejemplos: los sistemas EAGLE12 y Neural Fair Value 20 Portfolio, ambos utilizan técnicas de redes neuronales y reconocimiento de formas. El primero clasifica los valores en cinco categorías según el beneficio que prevé en los casos de venta o compra [Williams, 2001]. El segundo determina valores infravalorados y predice el momento de su máxima cotización [STANDARD AND POOR, 2004].

- ? Sistemas expertos. La empresa californiana Countrywide Funding usa un sistema experto para evaluar sus hipotecas llamado CLUES. El sistema es capaz de evaluar de una forma más eficiente que la utilizada tradicionalmente [INTERTEK GROUP, 1995]. Tradicionalmente, el proceso de evaluación de hipotecas manual tarda unos 50 minutos, el sistema CLUES entre 1 y 2 minutos. Aunque inicialmente se evaluaron otras técnicas tales como las redes neuronales, se optó por los sistemas expertos debido a su capacidad de explicar la forma en que se llega a una cierta decisión. Si el sistema recomienda que se rechace una cierta aplicación, la decisión final la debe tomar un evaluador humano, quien verifica el proceso que siguió el programa para tomar esa decisión. Otro ejemplo lo tenemos en el sistema iHex Discovery de Future Route que utiliza métodos inductivos aplicados a una base de datos de reglas [Parson, 2004]. El sistema puede traducir las reglas a lenguaje natural de forma que pueden ser fácilmente consultables por los utilizadores del sistema. Se ha aplicado a la detección de fraudes en el uso de tarjetas de crédito, aunque, también, se extiende a otros ámbitos no financieros como medicina, biología y satélites.

- ? Lógica difusa. [Cox, 1996] presenta un sistema de detección de fraudes en el suministro de servicios de salud que usa lógica difusa. Este sistema se basa en la detección de patrones anómalos de comportamiento usando reglas derivadas de expertos humanos a las que la lógica difusa proporciona la flexibilidad necesaria. Su objetivo es disminuir las pérdidas millonarias que se producen por concepto de fraudes en el sector salud en los Estados Unidos. Según [McNeil y Freiburger, 1993] el Fuji Bank, en Tokio, usaba un sistema que maneja lógica difusa para efectuar transacciones con bonos a corto plazo, con, alrededor de 200

reglas difusas que se basan en estrategias financieras de uso común que son actualizadas regularmente por expertos humanos.

- ? Sistemas híbridos. El sistema MonITARS (Monitoring Insider Trading and Regulatory Surveillance) del London Stock Exchange de detección de fraudes, que son sumamente difíciles de descubrir por medios manuales, usa una combinación de algoritmos genéticos, lógica difusa y redes neuronales para detectar transacciones sospechosas [Holder, 1994]. Un módulo usa una combinación de técnicas estadísticas y redes neuronales para identificar conductas inusuales en el mercado, en base a los perfiles de los individuos y empresas que efectúan transacciones regularmente. Otro módulo, que utiliza algoritmos genéticos y lógica difusa, se encarga de buscar patrones específicos que puedan ser calificados como conductas sospechosas. Otro ejemplo lo encontramos en el sistema SONAR (Securities Observation, News Analysis and Regulation System), que monitorea el indicador bursátil NASDAQ, para ello utiliza varias técnicas de IA como minería de datos, procesamiento del lenguaje natural, arquitectura de agentes, inferencia a través de reglas y representación del conocimiento [Goldberg et al., 2003].

Gestión de la producción

La incorporación de agentes de decisión inteligente, redes neuronales, sistemas expertos, algoritmos genéticos y autómatas programables para la optimización de sistemas de producción es una tendencia activa en el ambiente industrial de países con alto desarrollo tecnológico y con una gran inversión en investigación y desarrollo. Dichos componentes de la IA tienen como función principal controlar de manera independiente, y en coordinación con otros agentes, componentes industriales tales como celdas de producción o ensamblaje, y operaciones de mantenimiento, entre otras. Veamos algunos campos concretos de aplicación [Llata et al., 2000]:

- ? Sistemas de producción/ensamblaje más autónomos e inteligentes. Son necesarios debido a las exigencias del mercado por obtener productos con niveles muy altos de calidad, lo cual con operaciones manuales se hace complicada. Su objetivo es coordinar las actividades de supervisión, planificación, secuenciación, cooperación y ejecución de las tareas de operación en centros de trabajo, agregando el control de los niveles de inventario y las características de calidad necesarias.
- ? Modelos de simulación para la optimización de sistemas de producción. Su objetivo es obtener los parámetros óptimos para maximizar o minimizar cierta función objetivo. Debido al auge de los algoritmos de búsqueda meta-

heurísticos, se ha abierto un nuevo campo en el área de optimización con simulación. Nuevos paquetes de software, tales como OptQuest (Optimal Technologies), SIMRUNNER (Promodel Corporation) y Evolver (Palisade Software), han salido al mercado brindando soluciones amigables de optimización de sistemas que no requieren control interno sobre el modelo construido, sino sobre los resultados que dicho modelo arroja bajo diferentes condiciones.

- ? Sistemas de diseño para el soporte a las decisiones basados en la optimización de los parámetros de operación del sistema. Estos sistemas tienen una gran incidencia directa en los procesos productivos. Un ejemplo de ellos son los sistemas de aprendizaje por iteración (Reinforcement Learning) que son un conjunto de técnicas diseñadas para dar solución a problemas cuya base son los procesos de decisión markovianos. Los procesos markovianos son procesos estocásticos de decisión que se basan en el concepto de que la acción a tomar en un estado determinado, en un instante determinado, depende sólo del estado en que se encuentre el sistema en el momento de tomar la decisión.

Sin embargo, la mayoría de las arquitecturas propuestas hasta el momento carecen de un factor de integración fundamental. La comunicación entre los diversos niveles jerárquicos de una planta de producción es muy poca, ya que cada función se limita a conseguir su objetivo sin buscar una integración de toda la planta productiva.

Si estudiamos el uso de la IA por áreas dentro del proceso industrial de producción encontramos como la IA puede ser aplicada a cada fase de la producción:

- ? Fase de diseño. Dada la naturaleza creativa y abstracta de la disciplina de IA puede tener un gran impacto en esta área. Todavía no es fácil sustituir diseñadores humanos por máquinas, aunque ya hay algunos casos como el de la máquina de la creatividad [IMAGINATION ENGINES, 2002], pero si es habitual utilizar herramientas de IA que ayuden en el diseño, su redefinición y sugieran modificaciones.
- ? Fase de planificación. Continuación de la fase de diseño, esta fase realiza las siguientes funciones: selección de materia prima o stock; selección de procesos y secuencia de las máquinas de operación; selección de la máquina de operación; funciones auxiliares (especificaciones, mediciones, etc.); selección de parámetros de producción; generación de informes; salidas del proceso de planificación. Un sistema experto ayuda en esta fase a la selección de todas las posibles variantes, tales como el tipo de producción, la máquina operadora, la materia prima, etc. optimizando el conjunto de todas ellas en función de resultados y tiempos óptimos.

- ? Fase de fabricación. El uso de la IA permite simulaciones, reprogramación y aprendizaje de las máquinas en base a experiencias pasadas. En esta fase los sistemas expertos ayudan a resolver tres tipos de problemas:
 1. Planificación de la capacidad para proporcionar los recursos necesarios.
 2. Seguimiento de las fechas de entrega.
 3. Optimización en la secuencia de los procedimientos de producción.

- ? Control de calidad. Ayudan a controlar la calidad de forma más eficiente en las áreas de test, evaluación e interpretación de datos.

- ? Diagnosis. En esta área ha sido utilizada con éxito la IA, jugando un papel importante en la supervisión de equipos complejos de producción y en la localización de problemas con rapidez, reduciendo el tiempo total de producción al encontrar y resolver errores y problemas rápidamente.

Sistemas ERP

La utilización sistemas inteligentes no está muy difundida en el entorno de los sistemas ERP. Hemos podido encontrar trabajos de aplicación de procesos de decisión lingüística [Herrera et al., 2003] y lógica difusa [Sanchez et al., 2005] para la evaluación de la implantación de sistemas ERP, pero no aplicados al propio proceso de implantación ni al uso funcional del sistema.

En estos trabajos se presentan modelos para evaluar la posibilidad de obtener unos buenos resultados en la instalación de un sistema ERP en una compañía. Proponen un esquema basado en la toma de decisiones que maneja información heterogénea, que alimenta un modelo de evaluación de lógica difusa. Se utiliza un proceso de decisión lingüística para manejar la información heterogénea transformándola en vectores numéricos y lingüísticos. El proceso evalúa varios parámetros sobre las condiciones de la compañía en ese momento, estos pueden ser de diferente naturaleza, cuantitativos y cualitativos y el conocimiento sobre ellos puede ser vago o impreciso. Dichos parámetros se han establecido de acuerdo a la opinión de los expertos y se han agrupado en diferentes dominios de información. El modelo que proponen combina la información heterogénea (numérica y lingüística) proporcionada por los expertos para obtener una medida de la posibilidad de éxito de un proyecto de implantación de un sistema ERP en la compañía. Este sistema proporciona una buena base de decisión argumental, que se añade a las opiniones de expertos, para la acometida de un proyecto tan importante, decisivo y costoso.

Los parámetros utilizados son del tipo: inversión necesaria en tecnologías de la información, precio de la implantación, urgencia de la implantación, interrelación con otros subsistemas, capacidades del usuario para definir requisitos y especificar necesidades, respuesta a los cambios del personal, competencia del proveedor seleccionado y capacidad de influencia de la compañía en el proveedor. Al finalizar el proceso a cada uno de ellos se le calcula un valor y se le asigna un peso que debe determinar la compañía, combinándose ambos hasta obtener una puntuación final. La puntuación se compara con una tabla preestablecida de posibles valores asociados a previsiones en el resultado del proyecto de implantación.

2.3. CONCLUSIONES

Las empresas se encuentran ante la necesidad de adoptar un modelo productivo y organizativo que les permita adaptarse a las oscilaciones, cada vez más frecuentes, de la demanda de los mercados y a la agilidad y flexibilidad requeridas. Paralelamente a la evolución de los mercados se perfila una explosión de la cantidad de información que se debe manejar y su rápida mutación y difusión a través de sistemas informáticos y redes.

Nace, por tanto, la exigencia de gestionar la información en un modo racional y orgánico, rediseñando los flujos informativos que interesan a toda la organización y definiendo nuevos modelos de negocio. Consecuencia directa de estos cambios es la difusión de los ERP (Enterprise Resource Planning), sistemas informáticos que integran la planificación estratégica y operativa, gestionando el flujo de trabajo empresarial.

La necesaria flexibilidad y adaptabilidad empresarial conduce a la posible definición y uso de distintas estrategias empresariales, distintos modelos de explicación, pronóstico y decisión unidos a métodos de planificación, dirección y control, aplicables a distintas situaciones. Esta situación conduce a la clasificación de las empresas en base a distintos factores que pueden influir en su estrategia empresarial y determinar su flujo de trabajo. Es decir, la elección de una taxonomía empresarial que ayude a definir sus procesos adaptados a los distintos tipos de problemas y situaciones, será condición necesaria para el éxito.

La personalización de los flujos de trabajo se impone en cualquier sistema de gestión empresarial. Los ERP no se quedan al margen y proporcionan la posibilidad de configuración o personalización del sistema. Esta permite obtener una mayor eficiencia del sistema, garantizando la coherencia de los datos y permitiendo un crecimiento continuo del mismo mediante la publicación de sucesivas versiones totalmente compatibles con las precedentes. Los sistemas ERP proporcionan así una vasta gama de elecciones estratégicas y de posibilidad de personalización superando la rigidez de sistemas precedentes y garantizando, además, mejores resultados de negocio y menores costes de mantenimiento y actualización.

Nos encontramos con que los sistemas ERP son caros, complejos y notoriamente difíciles de implantar. Para instalar y parametrizar correctamente el sistema, se suele requerir de la ayuda de integradores expertos, tanto del sistema como del funcionamiento y estrategia de la empresa utilizadora del mismo. Todas las actividades relacionadas con la parametrización constituyen el núcleo central de la implantación de un sistema ERP y de ella depende que la propia integración del sistema y sus beneficios puedan perderse. Toda la información necesaria para llevar a buen puerto este proceso

se encuentra fragmentada, dado su extensión y atomización, entre distintos expertos. Por lo tanto, se hacen necesarios métodos, modelos, arquitecturas y herramientas que ayuden en esta tarea ya que ellos pueden conducir a reducir los costes y a la vez incrementar la aceptación del ERP por parte de los usuarios y el éxito de su implantación.

Una óptima solución al problema planteado pasaría por diseñar un sistema que guiara la parametrización de los ERP de forma inteligente, evitando la probabilidad de errores y disminuyendo el tiempo de implantación. Para poder cumplir este objetivo hemos estudiado diferentes sistemas inteligentes que se utilizan o se dirigen al ámbito empresarial, en el que se encuadran los sistemas ERP.

Los primeros usos de la IA en las empresas se centran en la robótica y su uso industrial. Hay que esperar a finales de los años 90 para ver como, en solitario o combinadas con aplicaciones software convencionales, las técnicas de inteligencia artificial se utilizan en las áreas de gestión empresarial en lo que se denomina Inteligencia de Negocio (BI o Business Intelligence). Las técnicas de IA más ampliamente utilizadas en este campo son las redes neuronales, los sistemas expertos, los instrumentos de Data Mining, las ontologías y la lógica difusa. Una de las tendencias más marcadas en la actualidad es el mezclar diferentes técnicas en una misma aplicación, aprovechando las ventajas de cada una, obteniendo sistemas híbridos. Hemos analizados diferentes sistemas y entornos de aplicación pero no hemos encontrado ninguno que se utilice en el ámbito de los ERP ni, en general, en la parametrización de sistemas informáticos. Solo hemos detectado estudios de aplicación de procesos de decisión lingüística y de lógica difusa para la evaluación de las posibilidades de éxito en implantaciones de sistemas ERP, pero no aplicados al propio proceso de implantación ni a la utilización funcional del sistema.

De entre los diferentes tipos de sistemas inteligentes nos hemos acercado a los Sistema Basado en el Conocimiento por sus fundamentos. Su principal característica es el potente cuerpo de conocimientos que acumulan y como diferencian entre los conocimientos sobre el problema y los conocimientos sobre como resolver el problema. Para que se comporten inteligentemente, además de poseer conocimientos fieles a la realidad deben ser capaces de utilizarlos eficientemente al realizar inferencias. Los sistemas basados en reglas son los más comúnmente utilizados para realizar estas inferencias. Su simplicidad y similitud con el razonamiento humano, han contribuido a su popularidad en diferentes dominios. Estas características y su arquitectura básica serán tenidas en cuenta para la construcción de un módulo con capacidad de asistencia inteligente para la parametrización en el marco de los sistemas ERP.

Dentro de los Sistemas Basados en el Conocimiento hemos analizados los IHS o Sistemas de Ayuda Inteligente y los ITS o Sistemas Inteligentes de Tutorización. Los

primeros son sistemas que se utilizan para proporcionar ayuda a los usuarios en sus tareas, en concreto hemos estudiado los sistemas dedicados a la ayuda de aplicaciones informáticas debido a que nuestro trabajo se enmarca en un tipo especial de aplicaciones informáticas, los ERP y su objetivo último es ayudar a los usuarios y consultores en una de sus funciones, la parametrización del sistema. Los segundos, ITS, son sistemas que se encuadran dentro de los sistemas inteligentes para la educación cuyo objetivo es guiar y facilitar al alumno el proceso formativo. Son interesantes, y así lo hemos destacado, algunos aspectos de estos sistemas, como la utilización de reglas y redes semánticas para almacenar el conocimiento, la existencia de ITS orientados al conocimiento procedimental y al uso del principio educativo ‘enseñar haciendo’ y su función de tutor virtual, es decir, de guía durante todo un proceso, seleccionando, en función de las preferencias y objetivos del alumno los caminos por los que debe moverse dentro del proceso educativo. Estas características dan un valor añadido a los ITS y resultan útiles en el desarrollo y los requisitos de nuestro trabajo, que va más allá de una simple ayuda, sino que pretende guiar durante todo el proceso de parametrización del ERP, aconsejando y eligiendo opciones según las preferencias de los usuarios y consultores del ERP. Realmente los ITS tienen unas exigencias muy amplias, en este sentido, podemos considerar los IHS como ITS más sencillos, con los que es posible lograr parte de los objetivos pedagógicos perseguidos por un tutor, teniendo unas características menos exigentes. Después de analizar estos dos tipos de SBC se puede concluir que la ayuda y la enseñanza son dos partes de un mismo proceso, siendo la ayuda una enseñanza con un objetivo muy claro de resolución de un problema concreto.

Los dos sistemas estudiados, IHS e ITS, presentan otras semejanzas y diferencias. Comparando su arquitectura (figuras 2.25 y 2.26) vemos que los ITS se refieren al estudiante o el alumno como utilizador, que podría considerarse una especialización del término usuario utilizado por los IHS. La conexión con los utilizadores en sentido amplio se realiza en ambos sistemas a través de un interfaz, que debe ser interactivo y proporcionar facilidad de uso. Además encontramos dos módulos idénticos o asimilables, el del dominio (conocimientos) y el del utilizador (estudiante o usuario) que permiten ayudar o guiar de forma personalizada a través del conocimiento almacenado. La diferencia surge en el módulo del tutor de los ITS, que no tiene correspondencia en los IHS. Este módulo proporciona el valor añadido.

El sistema objeto de este trabajo debería tener una arquitectura parecida a los sistemas estudiados: una interfaz interactiva y amigable con el usuario, un módulo estructurado de conocimientos procedimentales, un módulo del usuario que permita tratamientos personalizados y un módulo similar al del tutor, en los ITS, que guíe de forma inteligente a través de los conocimientos procedimentales, el proceso de parametrización de los sistemas ERP. Por otro lado la mayor parte del trabajo requerido para construir sistemas inteligentes, está basado en el desarrollo de adecuadas

representaciones de conocimiento y sus correspondientes estrategias de manipulación. No se puede manipular conocimiento a menos que esté adecuadamente representado. Es parte fundamental de este trabajo utilizar una metodología de creación, almacenamiento y utilización de conocimiento procedimental, que es aquel conocimiento compilado que se refiere a la forma de realizar una cierta tarea (el saber como hacerlo). Hemos visto como distintos ITS utilizan metodologías y formas de representación del conocimiento que pueden servir de base a esta tarea: reglas de producción y redes semánticas en los prototipos TOTS, STEVE, PAT y PACO y en el sistema SITA.

Respecto a las clasificaciones estudiadas de los SBC, para los tipos de sistemas analizados podemos determinar que:

- ? Según la clasificación de [Sheel, 1990] y [Hickman et al. 1989] que se basa en la función que el sistema realiza o su propósito, mientras que los IHS se pueden encuadrar en sistemas de diagnóstico y de monitorización, es decir, sistemas que detectan las causas de errores o malfuncionamiento (diagnóstico) o sistemas que controlan el estado de un proceso en ejecución y lo comparan con el estado esperado detectando las desviaciones y sugiriendo correcciones (monitorización), los ITS pueden ser considerados sistemas de monitorización, al igual que los IHS, y de planificación, es decir, sistemas que determinan las acciones a tomar para alcanzar un objetivo. En el caso objeto de este trabajo, el sistema resultante de parametrización será de tipo planificación, al igual que los ITS, ya que determinará acciones que deben ejecutarse para conseguir la parametrización del ERP según las particularidades de la organización concreta indicadas por usuarios y consultores.

- ? Según la clasificación de [Guida y Tasso, 1994] que se basa en el papel que realiza el sistema en el entorno en términos de responsabilidades y tareas, mientras que los IHS pueden definirse como sistemas de soporte, es decir, que ayudan al usuario en su toma de decisiones pero no lo reemplaza, los ITS son sistemas prescriptivos o, lo que es lo mismo, sistemas que dirigen al usuario en la ejecución de una tarea o en la toma de decisiones. Debemos considerar que el sistema resultante de este trabajo debe compartir responsabilidad con el usuario y consultor del ERP en su tarea de parametrización, como los ITS, y no solamente ayudarlo, como los IHS, el sistema dirigirá y controlará con la participación del utilizador del ERP.

Para concluir, hemos visto como nuestra propuesta tiene muchas similitudes con los ITS, más que con los IHS, sistemas que parecían encajar por su objetivo (ayuda en el uso de aplicaciones informáticas). Por otro lado los sistemas ITS tienen algunas carencias en confronto con el objetivo de este trabajo: se encuadran solamente en el ámbito de la educación, que no corresponde al de este trabajo; el conocimiento se refiere a conceptos

de un área específica, no a acciones, sus consecuencias, sus implicaciones y relaciones y sus prerequisites; el modulo tutor realiza funciones de supervisión y evaluación, esta última no necesaria en nuestro sistemas, en cambio si es necesaria una función de ayuda, como la proporcionada por los IHS, durante la toma de decisiones y de dirección o preselección de posibilidades por parte del sistema. Por lo tanto, podemos deducir que estos sistemas funcionan para dominios muy restringidos, pero podemos utilizar su arquitectura aplicándola a un área totalmente distinta, la parametrización de sistemas ERP particularizada para cada organización y su propia estrategia empresarial.

3 PROPUESTA ARQUITECTURAL Y METODOLÓGICA

En el capítulo anterior hemos descrito el entorno de los sistemas ERP y la problemática de la parametrización de dichos sistemas, en concreto la importancia de la estrategia empresarial en este contexto. También analizamos la situación actual relativa a los sistemas inteligentes aplicados a la gestión empresarial y en concreto los Sistemas Basados en el Conocimiento, los Sistemas de Ayuda inteligente y los Sistemas de Inteligentes de Tutorización. Como respuesta a la problemática de la parametrización de los sistemas ERP vamos a plantear una solución basada en un sistemas inteligente que mitigue las carencias encontradas en el uso de dichos sistemas en el ámbito de este trabajo.

En primer lugar desarrollaremos la estructura del sistema propuesto, realizando una propuesta arquitectural que presente los distintos módulos que componen el sistema, sus funciones, las relaciones y conexiones entre ellos y la información que contienen y que intercambian. En resumen, explicaremos que hace el sistema inteligente propuesto.

A continuación expondremos como el sistema realiza sus objetivos estableciendo una propuesta metodológica que detalle las bases teóricas y prácticas con las que trabaja el sistema y la justificación de su uso. En concreto desarrollaremos una taxonomía empresarial utilizando una de las analizadas en el capítulo anterior, describiremos la técnica elegida para el modelado de procesos comparándola con las existentes, la utilización de las reglas de producción en redes semánticas y su representación y las métricas de calidad utilizadas en la implantación de sistemas ERP que puedan ayudarnos a retroalimentar el sistema.

Finalmente detallaremos las fases metodológicas a desarrollar para dotar de contenido a los distintos módulos que forman la arquitectura: la obtención y

formalización de la base de conocimientos del dominio, de métricas de calidad y de usuarios, sus planes y estrategias. En concreto definiremos la formalización de la información y su validación utilizando herramientas y estándares muy extendidos, como la técnica EPC, el lenguaje XML y las herramientas CASE y ARIS.

3.1. PROPUESTA ARQUITECTURAL

Como introducción a la propuesta arquitectural vamos a describir la definición, características y objetivos que debe cumplir una arquitectura de sistemas software. No existe una definición exacta de este concepto, pero entre las aceptadas por los expertos podemos destacar la siguiente por su simplicidad y exactitud: “una arquitectura es la abstracción de la especificación de un sistema consistente en la descripción de sus componentes funcionales en términos de comportamiento e interconexiones entre ellos” [Hayes-Roth, 1994]. Esta definición será la base utilizada para la propuesta arquitectural de este trabajo, es decir nuestra arquitectura debe describir de forma abstracta las partes de un todo hasta llegar a comprender sus principios o elementos, detallando las condiciones o capacidades que debe cumplir o poseer un sistema y cada uno de sus elementos y describiendo el funcionamiento del sistema y de cada componente en términos de comportamiento propio y relaciones con otros componentes.

Esta definición, además, nos obliga a determinar muy claramente los módulos que componen el sistema, su propia función, y como esta contribuye a la funcionalidad global, y sus relaciones con otros módulos. Para ello será necesario describir los módulos como dos partes diferenciadas:

- ? La interfaz, que es la parte del elemento que es visible a los otros elementos. Especifica precisamente las características del elemento que los otros elementos necesitan conocer y se expresa como información recibida y enviada y el elemento origen y destino de esta.
- ? El cuerpo del elemento, que no es visible a los otros. Todas las decisiones sobre como conseguir el propósito del elemento, están ocultas al resto en esta parte. El cuerpo de un elemento se puede cambiar libremente siempre y cuando se mantenga consistente con su interfaz.

Podemos comprobar como otras definiciones clásicas comparten el significado de arquitectura utilizado en este trabajo. Por ejemplo para Booch, Rumbaugh, y Jacobson [Booch et al., 1999] la arquitectura es el conjunto de decisiones significativas acerca de la organización de un sistema, la selección de sus elementos estructurales y las interfaces que componen el sistema, junto con la colaboración entre los elementos estructurales y la descomposición en subsistemas según el funcionamiento de estos elementos. En concreto para los sistemas software [Shaw et al., 1996] establece distintos puntos de vistas que deben quedar reflejados en su arquitectura:

- ? Modelo estructural, todos los sistemas software están compuestos de componentes y relaciones entre los componentes, más algunos otros aspectos que incluyen: configuración, estilo, requisitos, semántica, análisis y propiedades.
- ? Modelo de entorno de trabajo, es similar al modelo estructural pero enfatiza la coherencia del sistema completo en oposición a la definición de los componentes singulares.
- ? Modelo dinámico, que se refiere a la calidad del sistema, entendiendo por dinámico la posibilidad de cambios en la configuración del sistema.
- ? Modelo de procesos, centra la atención en la construcción de la arquitectura y los pasos o procesos involucrados en esa construcción.

Una vez vista la definición de una arquitectura veamos las características que debe cumplir para garantizar su calidad. Según Joe Batman del Software Engineering Institute en [Batman, 1999] las características que debe cumplir una arquitectura efectiva son las siguientes:

- ? Debe ser reutilizable y exportable, para lo cual debe cubrir los requerimientos del entero dominio.
- ? Debe ser compacta, es decir debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse sin comprometer la integridad conceptual.
- ? Debe tener un alto nivel de abstracción.
- ? Debe estar bien documentada, de forma clara y no ambigua.

Analizando una a una estas características podemos deducir las propiedades que debe cumplir nuestra arquitectura:

- ? Reutilizable y exportable. Debe dar la posibilidad de utilización con distintas tecnologías y ser portable a través de múltiples plataformas Debe representar todos los posibles casos de uso. Esto garantiza que la estructura representada por la arquitectura responda a todos los requerimientos funcionales.
- ? Compacta y flexible. Debe tener facilidad de mantenimiento, es decir, capacidad de evolución según el cambio en las necesidades y requisitos. Debe poder utilizarse para la construcción de sistemas de distinto tamaño y complejidad.

Debe reflejar las relaciones del sistema con otros sistemas, con personas o con cualquier interlocutor externo y los componentes del sistema que se encargan de las relaciones externas al mismo.

- ? Abstracta. Debe representar un punto de vista elevado de los sistemas que revele su estructura, pero esconder todos los detalles de implementación. Su modularidad o descomposición jerárquica debe permitir describir los sistemas según diferentes niveles de detalle, por ejemplo poder representar estructuras complejas como un único componente del sistema. No debe incorporar procedimientos de realización de la arquitectura: algoritmos ni estructuras de datos.
- ? Bien documentada. Debe poseer unas especificaciones comprensibles que puedan ser utilizadas por los distintos componentes de los proyectos a que de lugar y en distintos niveles de abstracción. Debe poder proporcionar información sobre la gestión de la configuración, control de cambios y versiones.

Finalmente, conociendo la definición y características que debe cumplir nuestra arquitectura, detallaremos los objetivos que queremos conseguir con su diseño:

- ? En primer lugar la arquitectura debe proporcionar una visión global del sistema y de sus relaciones con agentes externos al mismo.
- ? Proporcionar información clara y comprensible sobre los que hace el sistema, los componentes del mismo, la función de cada uno de ellos y sus interconexiones.
- ? Posibilitar distintos niveles de abstracción explotando los módulos del sistema en otros diseños arquitecturales que contengan submódulos con sus funciones y sus relaciones, proporcionando una estructura jerárquica si es necesario.
- ? Proporcionar información sobre la forma de obtención del diseño arquitectónico, sus fundamentos y sus relaciones con otras arquitecturas estándar.
- ? Definir una nomenclatura propia o adaptada que permita una identificación clara de sus componentes y establecer un estilo de diseño que proporcione uniformidad en su presentación.
- ? Identificar de forma separada las funciones propias de cada componente y la información que recibe y que envía a otros componentes o agentes externos.

Esta información debe estar relacionada indicando las necesidades externas de información de cada función.

- ? Proporcionar un plan prescriptivo que guíe en el establecimiento de los objetivos de las fases metodológicas y en la selección de las bases teóricas y las herramientas necesarias para su desarrollo.

Una vez establecidos los objetivos de nuestra arquitectura, cumpliremos el primero de ellos proporcionando una visión global del sistema y sus relaciones con agentes externos al mismo. La figura 3.1 muestra este primer nivel arquitectural.

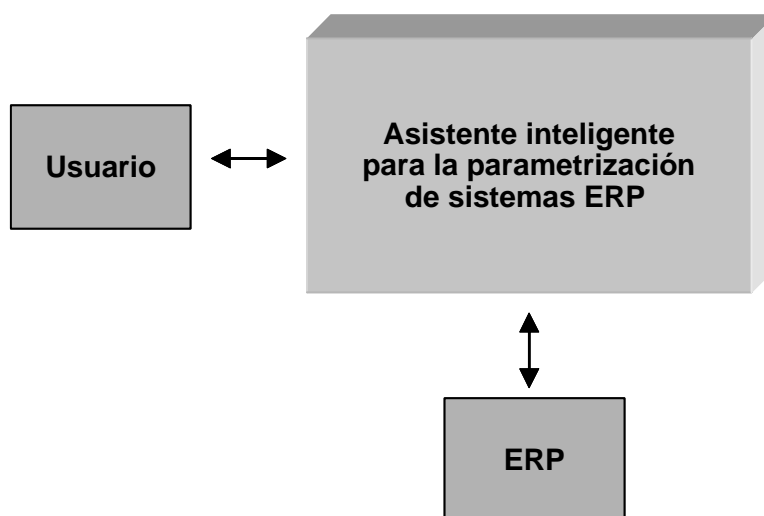


Figura 3.1 Nivel 1 de la arquitectura del Asistente Inteligente

Esta arquitectura debe proporcionar las guías para la construcción de sistemas que sean una síntesis de los actuales módulos de parametrización de los sistemas ERP y de los Sistemas Basados en el Conocimientos, en particular de los Asistentes inteligentes y de los Sistemas de Ayuda Inteligentes, así como una base para la definición de una metodología de creación de contenidos procedimentales soportados por dicha arquitectura. En este nivel arquitectural debemos primero definir las funciones globales del Asistente Inteligente.

Su función principal es dotar de cierta inteligencia el proceso de parametrización de los sistemas ERP, evitando la probabilidad de errores y disminuyendo el tiempo de implantación. Para ello debe disponer de un interfaz de comunicación con los utilizadores del sistema, un motor de inferencia que coordine, como un todo, las acciones que el sistema debe realizar, y que se comunique con el propio sistema ERP, con el conocimiento sobre el dominio, es decir, sobre los procesos a parametrizar y la forma de hacerlo y con el perfil del usuario o utilizador del sistema ERP, que debe proporcionar información sobre las decisiones estratégicas empresariales que influyan

en la parametrización del sistema y sobre las preferencias y la situación actual del usuario. Finalmente debe ser capaz de ayudar a mejorar el rendimiento del sistema ERP, ya hemos visto en el capítulo 2 que sus resultados están íntimamente ligados a su parametrización. Para realizar esto necesita un proceso de calidad que mida la situación actual y retroalimente al sistema para guiar al usuario en la modificación de la parametrización.

El Asistente Inteligente tiene relaciones con dos agentes externos al mismo, el usuario y el sistema ERP que va a parametrizar. El proceso de parametrización de un ERP requiere dedicación de un equipo de trabajo que deberá estar integrado por los líderes empresariales y por expertos consultores ERP, estos serán los potenciales usuarios finales del sistema, pero con la ayuda del asistente todo el conocimiento fragmentado que debe poseer el grupo de trabajo está representado en el conocimiento sobre el dominio y sobre el usuario y la función de parametrización mediante el asistente resulta más sencilla ya que este comparte la responsabilidad con el usuario y consultor del ERP en su tarea de parametrización y no solamente lo ayuda. El asistente dirigirá y controlará con la participación del utilizador del ERP, por tanto la comunicación entre ambos será bidireccional.

El otro agente externo con el que el asistente se comunica es el propio sistema ERP a parametrizar. En este caso la relación también es bidireccional, ya que el asistente proporciona al ERP sus parámetros y el ERP debe enviar información sobre su situación actual en cuanto a rendimiento y resultados empresariales para ayudar al asistente en su tarea de retroalimentación y mejora continua.

Una vez presentado el primer nivel arquitectural descompondremos este en un segundo nivel en el que se representan sus componentes y sus relaciones. La figura 3.2 muestra el segundo nivel arquitectural. Con esto cumplimos otro de los objetivos de nuestra arquitectura: posibilitar distintos niveles de abstracción.

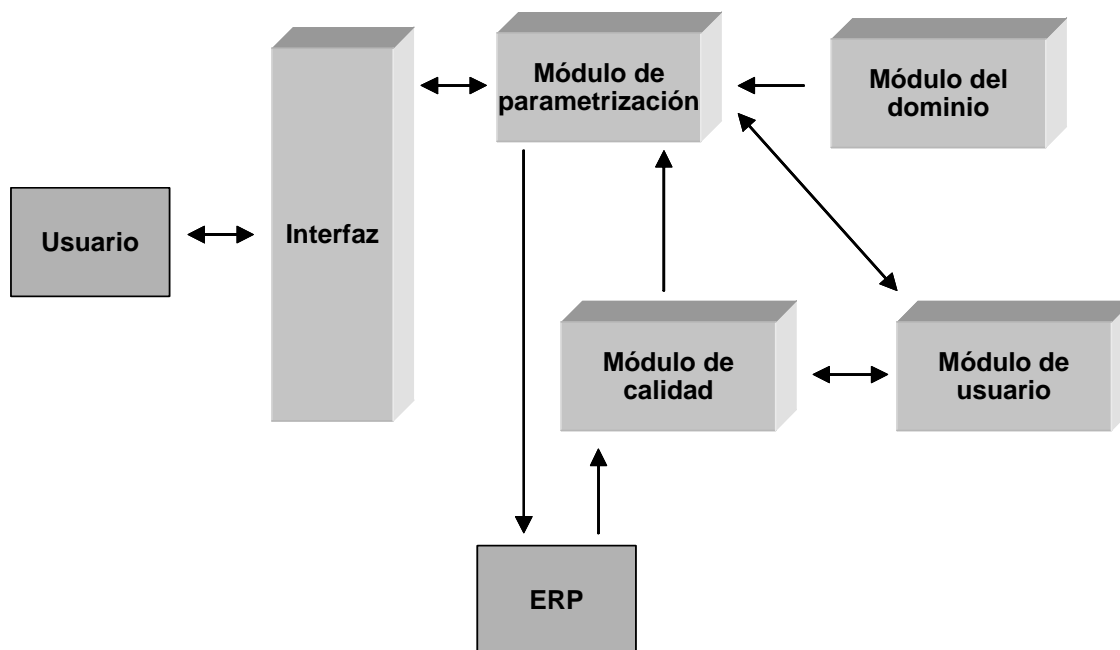


Figura 3.2 Nivel 2 de la arquitectura del Asistente Inteligente

Con este diseño arquitectónico hemos establecido los componentes del sistema y sus interconexiones, posteriormente detallaremos las funciones de cada uno de ellos. Además hemos definido una nomenclatura, basada en los sistemas inteligentes analizados, IHS o Sistemas de Ayuda Inteligente e ITS o Sistemas Inteligentes de Tutorización, que permite una identificación clara de sus componentes y un estilo de diseño que proporciona uniformidad en la representación. Antes de pasar a detallar cada componente vamos a determinar la forma de obtención del diseño arquitectónico, sus fundamentos y sus relaciones con otras arquitecturas estándar.

Inicialmente nuestra arquitectura parte la arquitectura general de los Sistemas Basados en el Conocimiento (vista en el capítulo 2, figura 2.23). En dicha arquitectura se presentan los siguientes componentes:

- ? Base del conocimiento que contiene la información sobre el dominio de conocimientos que debe poseer el sistema para realizar sus deducciones dentro de su competencia. Implica la representación formal de la estructura del conocimiento del sistema. Puede contener conocimiento declarativo (hechos) y procedimental (relaciones). En la arquitectura propuesta este componente corresponde al módulo del dominio.
- ? Modelo situacional que contiene información sobre el problema a resolver y el estado del sistema a lo largo del proceso de inferencia. Finalmente contendrá la representación de los hechos para el caso o consulta concreta que se ha ejecutado. Corresponde en la arquitectura propuesta con el módulo de usuario

que mantiene información sobre el usuario utilizador del sistema ERP, sus preferencias y su situación actual de parametrización respecto a diferentes procesos de negocio. Dentro de este modelo podría incluirse, también el módulo de calidad, aunque los SBC no presentan esta característica, que es una novedad de este trabajo de investigación. Su inclusión en este modelo responde a su significado, ya que contiene información sobre la situación real del usuario y los parámetros del ERP y procesos de negocio susceptibles de mejora.

- ? Motor de inferencia que refleja el razonamiento del experto en el dominio, maneja los conocimientos de la base de conocimientos y del modelo situacional, actualizando este según se desarrolla la inferencia, y coordinan las acciones que el sistema debe realizar. En nuestra arquitectura este modelo corresponde con el módulo de parametrización que es el que realiza todas estas funciones, además es el encargado de dirigir al usuario en el proceso de mejora de la calidad.

- ? Unidad de entrada/salida que es el medio por el que el usuario, y otros sistemas se comunican con el SBC. La comunicación se puede establecer con el motor de inferencia o con las bases de datos, tanto de conocimiento como el modelo situacional. Este módulo realiza varias funciones: explica los pasos realizados para llegar a las conclusiones, actualiza la base de conocimiento a través del experto y permite al usuario introducir información sobre su problema y obtener la solución. En la arquitectura propuesta este componente correspondería con la interfaz pero con algunas diferencias. La comunicación con el usuario para el intercambio de información sobre el problema y la solución y para la justificación de la solución se realiza siempre a través del interfaz pero con el procedimiento indicado por el módulo de parametrización, similar a la arquitectura de los ITS con la que nos compararemos más adelante. Esto significa que no hay comunicación directa entre el usuario y los módulos de calidad, de usuario y del dominio. Por tanto, la interfaz de comunicación relaciona al usuario con el módulo de parametrización de manera bidireccional. Veremos como esta arquitectura se soporta metodológicamente con la creación del proceso de adquisición del conocimiento que incluye técnicas de extracción del conocimiento y de modelado. Además se incluye una nueva comunicación con el sistema ERP en la que se relaciona este sistema con el módulo de parametrización directamente lo que permite su parametrización automática. Existe, en nuestra arquitectura una comunicación directa entre el sistema ERP y el módulo de calidad que debe proporcionar a este la situación actual del sistema respecto a las métricas de calidad establecidas, este proceso no forma parte del habitual en los SBC y es una novedad en la arquitectura, se justifica su exclusión de la vía de comunicación a través del interfaz por su direccionamiento, hacia el módulo de calidad no al de parametrización, y por su frecuencia diferente al de resto de interacciones.

Respecto a los SBC específicos estudiados en el capítulo 2 por su semejanza en cuanto a entorno y objetivos con nuestra propuesta de trabajo, comparando su arquitectura (figuras 2.25 y 2.26 del capítulo 2) vemos que los ITS se refieren al estudiante o el alumno como utilizador, que podría considerarse una especialización del término usuario utilizado por los IHS y corresponder exactamente con el agente externo usuario de nuestra arquitectura. La conexión con los utilizadores en sentido amplio se realiza en ambos sistemas a través de un interfaz, que debe ser interactivo y proporcionar facilidad de uso, condición presenta también en nuestra arquitectura. Además encontramos dos módulos idénticos o asimilables, el del dominio (conocimientos) y el del utilizador (estudiante o usuario) que permiten ayudar o guiar de forma personalizada a través del conocimiento almacenado. Ambos componentes también son asimilables con los propuestos en este trabajo como módulo de usuario y módulo del dominio. La diferencia surge en el módulo del tutor de los ITS, que no tiene correspondencia en los IHS. Este módulo proporciona el valor añadido y es el correspondiente al módulo de parametrización de nuestra arquitectura.

También vimos en el capítulo 2 como utilizando dos de las clasificaciones estudiadas de los SBC según la función o el propósito y el papel del sistema en términos de responsabilidades y tareas, nuestra propuesta de investigación se acercaba más a los ITS, ya que se puede definir, al igual que los ITS, como de planificación (sistemas que determinan las acciones a tomar para alcanzar un objetivo) y prescriptivos (sistemas que dirigen al usuario en la ejecución de una tarea o en la toma de decisiones). Por tanto compararemos la arquitectura general de los ITS presentada en la figura 2.26 del capítulo 2. Esta arquitectura se compone de los siguientes elementos:

- ? Módulo del tutor que simula la acción real de un tutor humano decidiendo los contenidos que debe presentar y la forma de hacerlo. Es asimilable al módulo de parametrización que realiza la función de guía del usuario a través de la parametrización del sistema, igualmente decide la parte a parametrizar y como presentarla al usuario. En cuanto a las funciones de evaluación y supervisión del ITS no están directamente reflejadas en nuestra arquitectura, ya que son específicas del proceso de aprendizaje, ámbito de los ITS. Además se incluye una nueva relación no presente en los ITS, esta relación conecta directamente el módulo de parametrización con el sistema ERP lo que permite su parametrización automática.

- ? Interfaz que permite una interactividad real entre el estudiante y el sistema, en concreto entre el estudiante y el módulo del tutor. En nuestra arquitectura esta estructura se repite asimilando el módulo del tutor de los ITS con el de parametrización de nuestra propuesta.

- ? Módulo del dominio que mantiene organizada la información sobre los conceptos y el conocimiento que se va a enseñar. En nuestra arquitectura tiene una correspondencia directa, aunque los contenidos representados y su formalización no se refieren a conceptos de un área específica, como en los ITS, sino a acciones, sus consecuencias, sus implicaciones y relaciones y sus prerrequisitos.

- ? Módulo del alumno que registra la situación de los alumnos. Es asimilable con el módulo del usuario en nuestra arquitectura. Igualmente mantiene información sobre el usuario del sistema ERP, su situación actual de parametrización e, incluso, sus deseos futuros, dentro de la función de calidad para la mejora continua. En nuestro trabajo la relación de este módulo con el de parametrización es bidireccional ya que la situación del usuario puede cambiar durante el proceso del asistente, que es guiado por el módulo de parametrización.

Además nuestra arquitectura presenta la novedad de la retroalimentación para la mejora continua que no es asimilable a ninguno de estos componentes, aunque está muy relacionada con el módulo del alumno en cuanto a estilo de aprendizaje del alumno, en nuestro caso, estrategia empresarial del usuario y con la B.D. de Planes de los IHS en cuanto que esta contiene los deseos, planes de parametrización y habilidades que pretende alcanzar el usuario y la nuestra los beneficios de negocio esperados medidos en parámetros del ERP. Esta funcionalidad se representa a través del módulo de calidad y sus relaciones, que no tiene equivalente en las arquitecturas estándar estudiadas.

Veremos a continuación cada uno de los módulos propuestos, sus funciones y sus relaciones con otros módulos lo que nos permitirá cumplir con el resto de los objetivos planteados para el desarrollo de esta arquitectura: identificar de forma separada las funciones propias de cada componente y la información que recibe y que envía a otros componentes o agentes externos y proporcionar un plan prescriptivo que guíe en el establecimiento de los objetivos de las fases metodológicas y en la selección de las bases teóricas y las herramientas necesarias para su desarrollo.

Para realizar esta tarea vamos a utilizar la metodología establecida por IEEE en el estándar para el desarrollo de arquitecturas de sistemas de educación, enseñanza y entrenamiento [IEEE, 2001]. El propósito de este estándar es describir y entender los componentes identificando funciones generales. Las implementaciones reales de los sistemas descritos pueden no corresponder componente a componente con este estándar, pero conceptualmente deben realizar las mismas funciones. Utiliza tres tipos de componentes:

- ? Procesos (círculos). Representan las funciones del módulo.

- ? Almacenamientos (rectángulos). Representan bases de datos o, en general, repositorios de información asociados al módulo.
- ? Flujos (flechas). Representan el intercambio de información entre módulos o los ordenes de inicio, fin o modificación de un proceso.

3.1.1. Módulo del dominio

Este módulo contendrá el conjunto de conocimientos de un dominio determinado que nuestro asistente inteligente mostrará al usuario del sistema ERP encargado de su parametrización. La construcción de este componente requiere el uso de técnicas de Ingeniería del Conocimiento como bases de la representación del dominio. El modelo resultante contendrá hechos, procedimientos, conceptos, etc. que serán utilizados a lo largo de todo el proceso de guía para la parametrización. El modelo que conseguimos en este módulo constituye la principal diferencia con los procesos de parametrización clásicos dentro de los sistemas ERP. Mientras que en estos el dominio de conocimientos viene representado simplemente en forma de texto o pantallas de ayuda on-line que definen los parámetros pero no sus implicaciones, relaciones y consecuencias para una estrategia empresarial determinada, nuestro módulo lo representará, además de en esta forma clásica, como un conjunto formal de reglas de producción. Esto significa que el proceso de parametrización vendrá guiado por dos tipos de modelos:

- ? Ayudas clásicas de tipo texto, a las que es posible añadir otro tipo de ayudas como gráficos, videos, explicaciones en formato audio, etc y que además se presentan al usuario según sus preferencias, por ejemplo en el idioma o en el tipo de representación (eligiendo entre gráfica o textual, por ejemplo);
- ? Base de conocimientos que representa las posibles acciones a tomar y sus consecuencias, las decisiones ya tomadas en función de la taxonomía empresarial definida, los posibles valores de los parámetros, presentando por defecto aquellos acordes con las soluciones más rentables tomadas en empresas de la misma taxonomía, etc.

La figura 3.3 representa el detalle del nivel 2 de la arquitectura para este módulo.

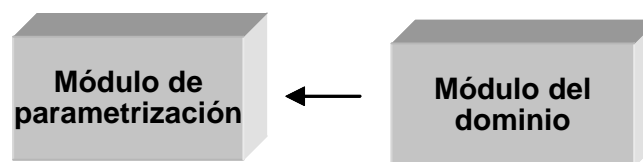


Figura 3.3 Detalle de la arquitectura de nivel 2 para el módulo del dominio

Utilizando el estándar ya referenciado de IEEE, la figura 3.4 muestra la descomposición a nivel inferior de la arquitectura de este módulo.

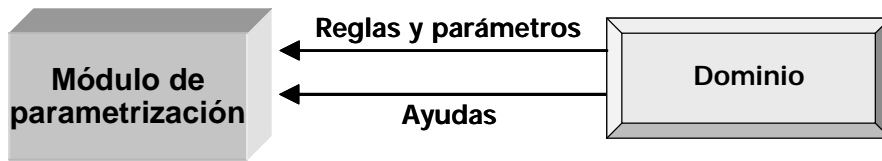


Figura 3.4 Arquitectura de nivel 3 para el módulo del dominio

Dentro del módulo del dominio distinguimos tres elementos: uno de tipo almacenamiento y dos de tipo flujo.

Almacenamiento *Dominio*.

Contiene la base de conocimientos representada en forma de redes semánticas que unen, a través de la relación acción-condición, reglas de producción, los parámetros y sus valores relativos a las acciones que lo requieran y las ayudas asociadas a los parámetros y las acciones.

Para cada dominio concreto o subdominio contendrá el conocimiento de los expertos sobre él. Un subdominio corresponde a un proceso de negocio, ya sea en sentido amplio, como Ventas, Logística, etc. o en sentido detallado, como Generación de una orden de producción o Expedición de un albarán. La dificultad que entraña la obtención del conocimiento sobre el dominio completo deriva de la imposibilidad de encontrar expertos en las funciones del paquete y expertos en los procesos de negocio de la empresa que lo va a implantar, además expertos en todas las áreas de negocio implicadas; administración, logística, financiero, etc. A todo esto se añade que el pobre conocimiento que posee el personal de la organizase sobre la funcionalidad del sistema ERP no les permite apreciar las implicaciones de adopción de decisiones durante la parametrización. De forma similar, pocos consultores de ERP entienden los procesos de negocio de sus clientes lo suficiente para detectar las áreas críticas que no cuadran con el paquete. Por tanto, además del conocimiento de los expertos, es necesario utilizar y procesar cualquier otra información asociada al ERP o las funciones empresariales como manuales del sistema ERP, definición de los procesos de negocio empresariales, taxonomía empresarial, modelo de datos del sistema ERP, etc.

De todas las fuentes citadas anteriormente debemos también obtener y formalizar ayudas que clarifiquen la actuación propuesta por el asistente o justifiquen las decisiones tomadas por el usuario. Estas ayudas deben asociarse a cada una de las reglas de producción y a los parámetros relativos. Por ejemplo asociado a la regla de producción que guíe la elección de la política de planificación, podrá aparecer un texto

o un video o una grabación audio que explique el significado y las consecuencias de cada una de las políticas. También se podrá asociar información a los parámetros, no solo a las reglas, por ejemplo si se decide utilizar la política punto de pedido se debe definir un valor temporal, se podrá asociar a dicho valor un gráfico que compare los resultados con distintos valores.

Por tanto el conocimiento del dominio comprende no solo los parámetros y sus posibles valores sino también reglas de actuación para llevar a cabo determinados procedimientos y conseguir ciertas estrategias empresariales. Dicho conocimiento, que se modelizará en el apartado metodológico de este trabajo, será la secuencia de instrucciones que el asistente utiliza para llevar a cabo las tareas de parametrización.

Para obtener un conocimiento modelizado nos encontramos con varios problemas, que se resolverán en el apartado metodológico, según su origen:

- ? Conocimiento del experto. Es necesario establecer entrevistas que conviertan este conocimiento en texto, gráficos, audio o cualquier otro formato que pueda ser utilizado, además para dar ayudas personalizadas al usuario. Una vez obtenido este conocimiento en forma textual pasará a formar parte de la categoría siguiente.
- ? Conocimiento en lenguaje natural (texto). Puede proceder del experto, de manuales del sistema ERP o de descripciones de procesos de negocio. Es necesario transformar el lenguaje natural en un conjunto de reglas de conocimiento unidas entre sí formando una red semántica o de inferencia. De esta forma se convierte el conocimiento de un texto expresado en lenguaje natural en conocimiento expresado mediante reglas unidas entre sí, que cumple tres condiciones que no tiene el lenguaje natural: está formalizado, es ejecutable en un sistema informático y su contenido no tiene posibilidad de interpretaciones diversas.
- ? Conocimiento en forma de procesos de negocio. Hay distintos métodos de representación de los procesos de negocio y es necesario estudiar su posible transformación en reglas de producción conectadas entre sí, de esta manera su formalización sería compatible con la definida para el lenguaje natural y podrían unirse en la misma red semántica.
- ? Modelo de datos del sistema ERP. Cualquier sistema ERP de calidad tiene como soporte alguna herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering), utilizada para el desarrollo y mantenimiento del producto software. Una parte fundamental de estas herramientas constituye el modelo de datos. Este modelo contiene todos los parámetros, su definición, formato y posibles valores.

Además los datos están agrupados en tablas, que es fácil identificar con subdominios. Hay que establecer, por tanto, la conversión de esta información en una estructura formal que represente los parámetros a utilizar en cada subdominio.

Flujo Reglas y parámetros.

Este flujo envía información al módulo de parametrización. La información a enviar puede ser del tipo siguiente:

- ? Elenco de los subdominios de conocimiento, es decir de aquellos procesos de negocio que es posible parametrizar con ayuda del asistente. El módulo de parametrización decidirá en función de la taxonomía empresarial cuales de estos subdominios deben ser presentados al usuario
- ? Siguiete acción a ejecutar dentro de la red semántica según el valor de las condiciones obtenidas hasta el momento.
- ? Parámetros a definir, según la acción en la que se encuentre el proceso de parametrización. Posteriormente el modulo de parametrización decidirá si sus valores deben ser elegidos por el usuario libremente, elegidos por el usuario con valores propuestos por el asistente o elegidos por el asistente.

Flujo Ayudas.

Este flujo envía información al módulo de parametrización en forma de ayudas asociadas a las acciones, condiciones o parámetros del subdominio que se está tratando. El módulo del dominio puede contener distintos tipos de ayuda para cada objeto y será el módulo de parametrización el que decida cuantas de estas ayudas presentar y el orden de presentación.

3.1.2. Módulo de usuario

El módulo de usuario es una representación abstracta de la persona que está utilizando el sistema para parametrizar el ERP. El asistente debe conocer lo que el usuario quiere hacer, lo que ha hecho hasta el momento y sus preferencias, lo que hará que el entorno del asistente sea adaptable a los específicos rasgos de cada uno.

Este modulo se relacionará con los módulos de parametrización, para guiarle durante su tarea, y calidad, para gestionar las modificaciones a la parametrización necesarias según los resultados de calidad obtenidos y deseados por cada empresa u organismo.

El modelo del usuario almacenará dos niveles de información, aquella relativa al usuario como persona individual que está realizando una tarea y aquella relativa al usuario como empresa u organismo que va a utilizar el ERP. Los usuarios individuales pertenecerán, por tanto, a empresas u organismos. El conocimiento del asistente acerca del usuario será de dos tipos:

- ? Relativo al dominio (tanto conceptual como procedimental), sobre lo parte ya parametrizada y sus valores, así como la parte a parametrizar de cada usuario individual y, por tanto, esa misma información totalizada para cada usuario colectivo (empresa u organismo), sobre la situación de los procesos de negocio ya parametrizados y en uso respecto a los parámetros de calidad de cada empresa u organismo y sobre la política de planificación de cada empresa u organismo deducida de su taxonomía empresarial;
- ? Relativo al propio usuario, tanto individual como colectivo, que contendrá su modelo en cuanto a identificación, necesidades y preferencias, tanto definidas por él mismo como obtenidas de un “mecanismo histórico” de registro de ciertos rasgos, actuaciones y características del usuario que han sido inferidas de pasadas actuaciones, por ejemplo la preferencia por un cierto valor de un parámetro. Evidentemente los usuarios individuales formaran parte de algún usuario colectivo y heredaran sus preferencias y características que podrán modificar y adaptar a sus propios gustos e intereses.

La información sobre preferencias de usuario y estrategias de parametrización la obtiene el asistente mediante un proceso de herencia por niveles que muestra la figura 3.5.

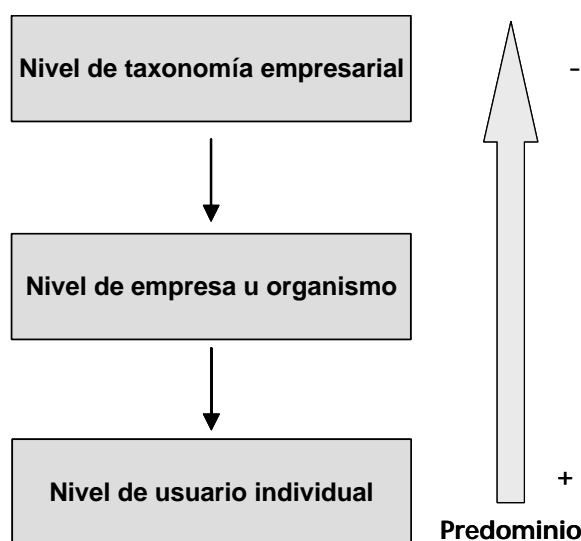


Figura 3.5 Herencia por niveles utilizada en el proceso de información personalizada

En primer lugar utilizará la información sobre preferencias de usuario, parámetros y subdominios definidas para la taxonomía empresarial a la que pertenezca la empresa u organismo a la que esté asociado el usuario individual. A continuación la información definida para cada empresa u organismo particular que puede modificar la anterior. Por último la información propia de cada usuario que es siempre la que predomina sobre las anteriores.

La figura 3.6 representa el detalle del nivel 2 de la arquitectura para este módulo.

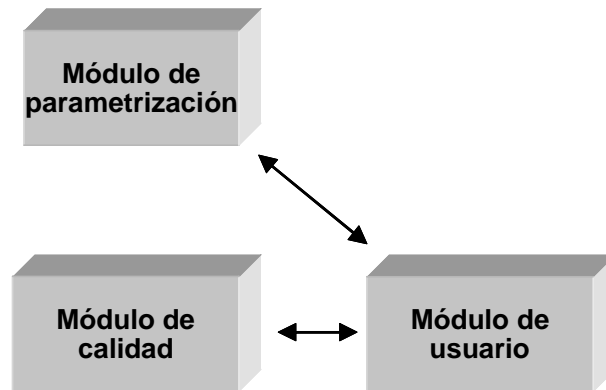


Figura 3.6 Detalle de la arquitectura de nivel 2 para el módulo de usuario

Utilizando el estándar ya referenciado de IEEE, la figura 3.7 muestra la descomposición a nivel inferior de la arquitectura de este módulo.

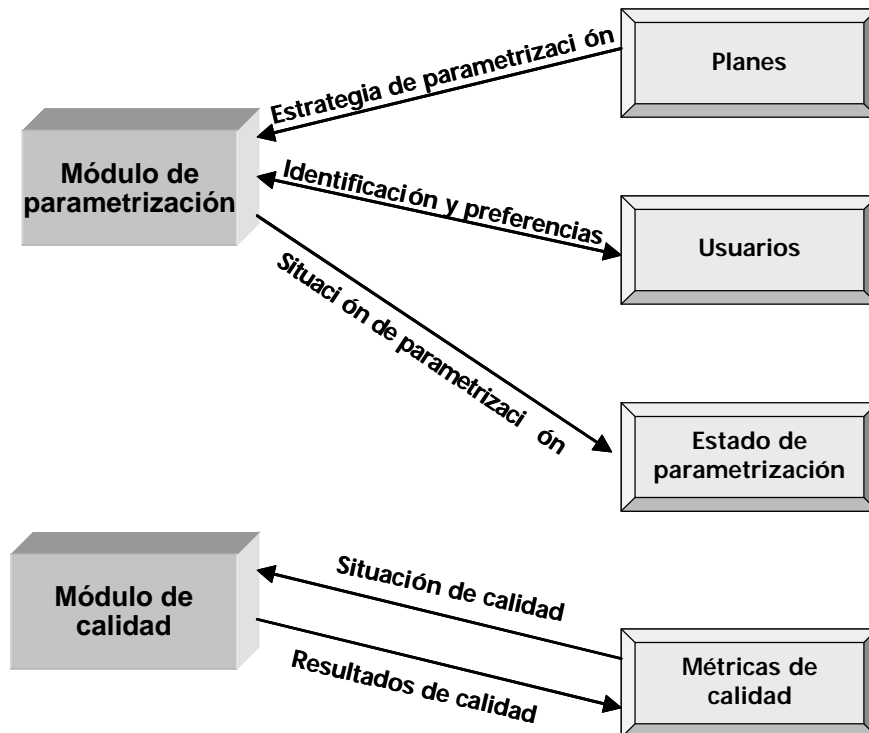


Figura 3.7 Arquitectura de nivel 3 para el módulo de usuario

Dentro del módulo de usuario distinguimos nueve elementos: cuatro de tipo almacenamiento y cinco de tipo flujo.

Almacenamiento *Planes.*

Contiene la información relativa a los deseos y preferencias en cuanto a la parametrización. Esta información puede estar asociada a cada uno de los dos niveles de usuario:

- ? Colectivo (empresa u organismo). La información se obtiene de la taxonomía empresarial en la que se encuentra el usuario colectivo. La taxonomía empresarial determinará, como se verá en este capítulo en las bases metodológicas, algunas decisiones estratégicas que deben ir reflejadas en la actuación del ERP, y, por tanto, en la parametrización, que es su guía de actuación. Según su taxonomía habrá algunas decisiones que el asistente pueda tomar, tanto en el camino que debe seguir la parametrización como en el valor que se deben dar a los parámetros necesario, por ejemplo para una empresa de construcción de barcos no se debe establecer una política de gestión de las previsiones y por tanto el asistente no conducirá por ese camino la parametrización, en cambio una empresa de fabricación de yogures si debe utilizar dicha política y el asistente le guiará por ese camino, e incluso, dependiendo de otros factores estratégicos podrá dar un valor determinado a algunos parámetros de ese proceso, como la barrera de la demanda a aplicar, sin necesidad de preguntárselo al usuario;

- ? Individual (utilizador del sistema ERP). La información se obtiene de las propias preferencias del individuo respecto a la parametrización del ERP. Esas preferencias se heredarán del usuario colectivo al que pertenezca el individual, pero podrán ser modificadas, particularizadas, para cada usuario individual, en función de su propia decisión o de las acciones que históricamente haya realizado en la parametrización del sistema, por ejemplo dando un valor diferente a un parámetro del que el asistente propone como valor ideal según la taxonomía empresarial. Es decir el asistente personalizará las preferencias individuales, directamente de las indicaciones del usuario o indirectamente deduciéndolas de las acciones que ha realizado durante la parametrización.

Almacenamiento *Usuarios.*

Contiene la información relativa a la identificación de los usuarios, tanto individuales como colectivos, la relación entre ellos, es decir la pertenencia de los individuales a colectivos y sus preferencias en cuanto a la presentación de la información.

Los usuarios colectivos se crearán directamente en el asistente y serán aquellas empresas que están implantando o usando el sistema ERP. Los usuarios individuales se tomarán directamente de cada sistema ERP que se está implantando de manera que automáticamente el asistente sabrá el usuario colectivo al que asociarlo y sus claves personales necesarias para la posterior parametrización automática del ERP. Además tomarán, por defecto las preferencias de uso del usuario colectivo al que pertenecen, por ejemplo el idioma que usará el asistente en el interfaz. Existe la posibilidad que el usuario individual modifique sus preferencias directamente y que el sistema las modifique automáticamente en función de acciones reiteradas del usuario, por ejemplo cambio del idioma que aparece en el interfaz cuando está trabajando con el asistente.

Un usuario individual puede pertenecer a la vez a varios usuarios colectivos en el caso de representar a un consultor que trabaja en varias implantaciones ERP a la vez, de diversas empresas. En estos casos el nivel de obtención de la información será, primero, sus preferencias individuales y después las preferencias del usuario colectivo con el que trabaje en cada momento.

Mediante el análisis de la información contenida en este módulo será posible construir informes de progreso individualizados por usuario personal y por empresa u organización sobre el trabajo de parametrización realizado, sus avances en el tiempo e, incluso, comparaciones con actividades de parametrización de proyectos de implantación similares.

Almacenamiento Estado de parametrización.

Contendrá la información de la parametrización realizada hasta el momento por cada usuario individual en su propio subdominio de la implantación ERP que este realizando y, por lo tanto, la situación de parametrización total de cada implantación ERP, como el conjunto de parametrizaciones de subdominios.

Esta información se obtendrá mientras el usuario recorre todos los caminos de la red semántica del subdominio, que podemos comparar con un hipotético grafo formado por las conexiones entre el conjunto de las reglas de conocimiento del módulo del dominio. El conjunto de todas las reglas y su grado de ejecución (respuesta del usuario a las condiciones de las mismas y valores de los parámetros necesarios) será almacenado por el modulo del usuario y presentado en cualquier momento al usuario para su continuación o consulta. Con objeto de dar la mayor flexibilidad posible al proceso de parametrización, este siempre tendrá presente el estado de parametrización o camino de la red semántica por el que ha pasado, y podrá, si lo necesita, volver atrás y repetir la parametrización de cualquier dominio o subdominio.

Las respuestas del usuario, tanto como condiciones de una regla de producción como valores de los parámetros, pueden ser comparadas con aquellas predefinidas por la taxonomía empresarial, sería una comparación de la parametrización real personalizada con un modelo ideal implementado por el asistente según la estrategia empresarial del usuario. Podría obtenerse un informe sobre desviaciones del modelo y responsable de las mismas.

Almacenamiento Métricas de calidad.

Contiene la información relativa a cada uno de los subdominios a parametrizar sobre las mediciones de calidad efectuadas durante la utilización del sistema ERP ya implantado y parametrizado. También contendrá los valores de calidad aceptables y óptimos de cada subdominio, que serán definidos para cada usuario colectivo, ya que dependen de la estrategia empresarial de cada empresa u organismo.

La información de contenida en este almacenamiento es, por tanto, útil durante la vida y utilización del sistema ERP, no durante su implantación. En la fase de implantación esta información no existirá. Posteriormente, cuando el asistente haya parametrizado el sistema y esté implantado y en uso se definirán métricas de calidad y recogidas de datos del funcionamiento del sistemas ERP que el asistente analizará y valorará según los datos aceptables y óptimos de cada subdominio. Según el resultado propondrá la modificación de la parametrización realizada. La forma de obtención de valores, índices y criterios de calidad se definirá en las bases metodológicas de este capítulo y está muy relacionada con la estrategia empresarial. El asistente asociará a las reglas de producción del dominio los índices de calidad de forma que la baja medición de cada uno de ellos, según los valores aceptables y óptimos, proponga automáticamente al usuario la modificación de la parametrización correspondiente y el asistente guiará al usuario por la parte de la red semántica relativa.

Flujo Estrategia de parametrización.

Este flujo contiene información que se envía al módulo de parametrización sobre las decisiones de parametrización predefinidas, bien a nivel de usuario colectivo o individual, en función de la taxonomía empresarial y la decisión directa del usuario. Es decir, se enviará al módulo de parametrización las condiciones predefinidas por el asistente de la regla de producción que se esté ejecutando en ese momento, si las hay, y los valores predefinidos por el asistente asociados a esa regla, si los hay.

Flujos Identificación y preferencias.

Este flujo es bidireccional. Por una parte se envía información al módulo de parametrización para que utilice la identificación y preferencias de cada usuario en el

interfaz. Contiene datos como usuario colectivo al que pertenece, idioma preferente y posibles problemas de accesibilidad que decidan el formato del interfaz y de las ayudas, eligiendo, por ejemplo aquellas auditivas frente a las gráficas o textuales o a la inversa. Por otro lado el módulo de parametrización envía la identificación del usuario para ser validada y los posibles cambios en cuanto a las preferencias conocidas por el asistente.

Flujo Situación de parametrización.

Este flujo es enviado por el módulo de parametrización y contiene el camino de la red semántica perteneciente a un subdominio que ha recorrido un usuario hasta el momento, además incluye el valor de los parámetros que ha definido. El camino se formalizará como reglas de producción, el valor de sus condiciones y las acciones resultantes.

Flujo Resultados de calidad.

Este flujo contiene la información que proviene del módulo de calidad sobre la recogida y análisis de datos realizados durante el funcionamiento del sistema ERP. Indicará para cada uno de los subdominios analizados los valores de calidad obtenidos, es decir, los resultados de calidad del proceso de negocio de ese subdominio. Cada subdominio estará asociado a una parte de la red semántica que se debe volver a recorrer.

Flujo Situación de calidad.

Este flujo contiene la información que se envía al modulo de calidad relativa a las diferencias entre los valores de los índices de calidad obtenidos y los esperados. El modulo del usuario tendrá definido para cada subdominio los valores aceptables y óptimos de calidad, que estarán definidos para cada usuario colectivo, ya que depende de cada estrategia empresarial.

3.1.3. Módulo de parametrización

El módulo de parametrización de nuestro asistente inteligente representa como parametrizar el sistema ERP y finalmente obtendrá la parametrización automática del sistema, además regula las interacciones entre el sistema informático y el alumno. Vendría a encarnar el papel del consultor o del usuario experto con parecidas competencias en cuanto a guía, responsabilidad y ayuda que puede proporcionar un experto humano. La función de asistencia inteligente a la parametrización consiste en:

- ? Guiar al usuario a través de las reglas de conocimiento del proceso de negocio que esté parametrizando contenidas en la red semántica del subdominio correspondiente y permitirle avanzar y retroceder a través de un flujo con memoria en este proceso. Sugerir al usuario caminos a recorrer en la red semántica y posibles valores de los parámetros correspondientes según el usuario colectivo al que pertenezca y la taxonomía empresarial en la que este esté incluido.
- ? Proporcionar al usuario los conocimientos y explicaciones necesarias para comprender y definir la parametrización del sistema ERP. Presentarle información multimedia sobre el objeto (parámetro, condición, acción, etc.) a procesar o sobre cualquier otro objeto relacionado con él a través de las reglas de conocimiento y sobre las actuaciones que propone el asistente o las actuaciones ya realizadas. Para esta presentación de contenidos asociados a un conocimiento, se tendrá en cuenta actuaciones pasadas del propio usuario y preferencias, tanto desde el punto de vista de la información a presentar como el formato y estructura de dicha presentación.
- ? Gestionar la interacción con el usuario sobre la información relativa a la identificación del mismo, datos anagráficos y preferencias. Gestionar, también, la interacción con el modelo del usuario para la actualización de la situación de parametrización de los diferentes subdominios y las acciones realizadas para su consecución.
- ? Proporcionar, en formato compatible con las herramientas de carga de los sistemas ERP, los datos necesarios para la parametrización automática del sistema, es decir ejecutar, de forma batch y sin intervención humana, las transacciones que el grupo de implantación, consultores y usuario expertos, hubieran debido completar una a una y de forma on-line.
- ? Ayudar al usuario a conseguir una mejora continua en el uso del sistema ERP, sugiriéndole modificaciones a la parametrización realizada que puedan corregir bajos resultados en las métricas de calidad, interactuando para ello con el módulo de calidad.

La figura 3.8 representa el detalle del nivel 2 de la arquitectura para este módulo.

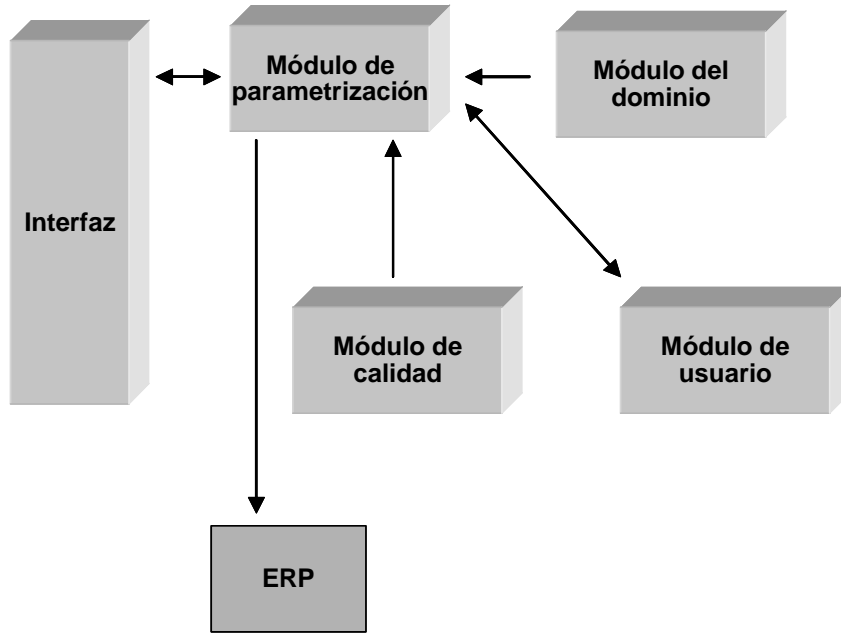


Figura 3.8 Detalle de la arquitectura de nivel 2 para el módulo de parametrización

Utilizando el estándar ya referenciado de IEEE, la figura 3.9 muestra la descomposición a nivel inferior de la arquitectura de este módulo.

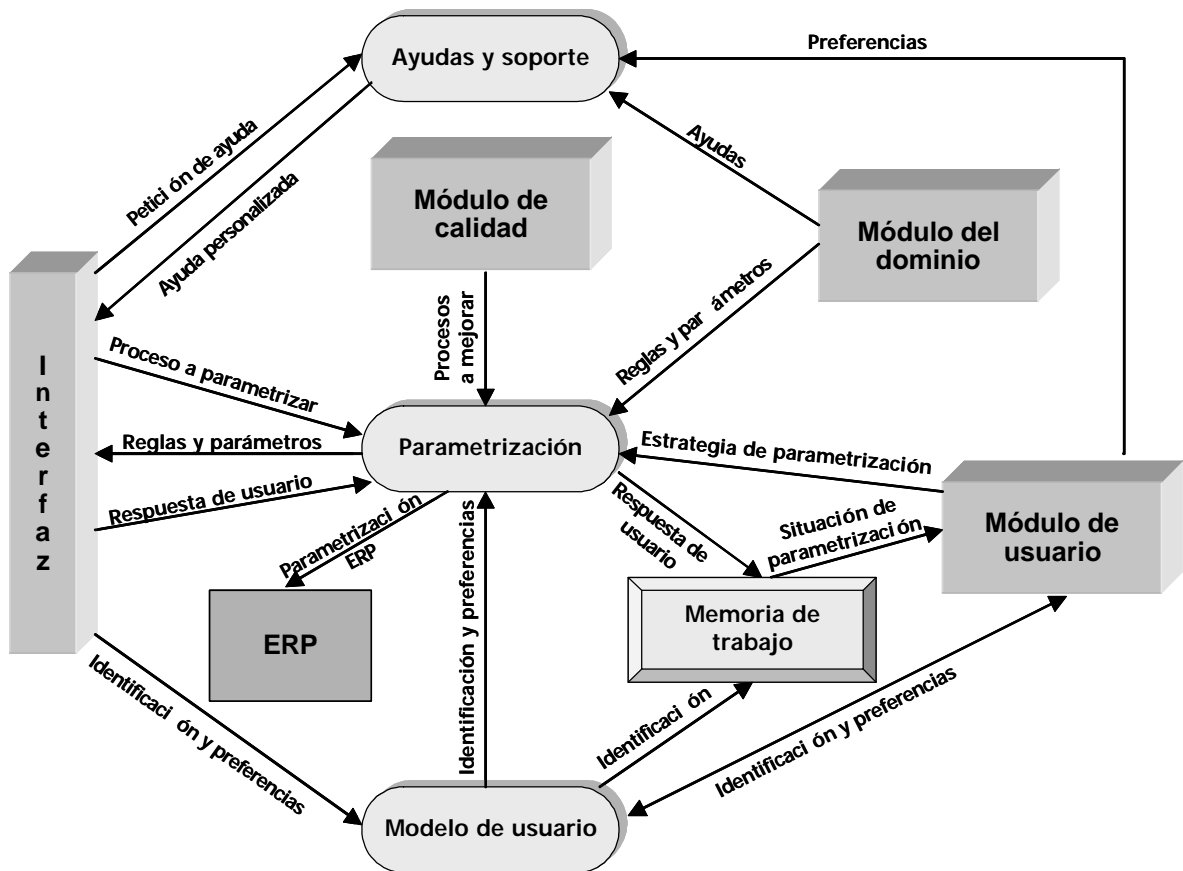


Figura 3.9 Arquitectura de nivel 3 para el módulo de parametrización

Dentro del módulo de parametrización distinguimos diecisiete elementos: uno de tipo almacenamiento, tres de tipo proceso y trece de tipo flujo.

Almacenamiento *Memoria de trabajo.*

Contendrá la información sobre el usuario y su actividad durante cada sesión del asistente inteligente. La memoria de trabajo recibirá la identificación y las respuestas del usuario y conformará la situación de parametrización resultado de las acciones del usuario y que en cada momento será diferente. Cuando el usuario o el asistente den por terminada la sesión la situación de parametrización final será enviada por el módulo de parametrización al módulo de usuario utilizando el contenido de la memoria de trabajo.

El formato de la información que contiene la memoria de trabajo será similar al formato del módulo del dominio, es decir reglas de producción conectadas en redes semánticas correspondientes a subdominio y los valores de los parámetros asociados a las reglas de producción. La diferencia con el contenido del módulo del dominio es que este presenta todas las posibilidades de parametrización y todos los subdominio, en cambio la memoria de trabajo contiene esa información particularizada para la actuación de un usuario, es decir no estarán todos los subdominios, solo aquellos que ha considerado el usuario, tampoco estará la red semántica completa de cada uno sino solamente la parte por la que ha pasado el usuario guiado por el asistente. Finalmente los parámetros asociados no tendrán todos sus posibles valores sino solo el determinado por el asistente o el usuario durante su actividad.

Proceso *Ayudas y soporte.*

Este proceso es el encargado de gestionar la ayuda y el soporte que se proporciona al usuario. Recibirá las peticiones de este en cuanto a necesidades de ayuda y presentará al interfaz de forma personalizada para cada usuario la respuesta del módulo de parametrización. El proceso seleccionará el adecuado nivel así como el método de presentación de cada contenido explicativo aplicando la herencia por niveles, mostrada anteriormente en la figura 3.5, es decir:

1. Los valores predefinidos para la taxonomía empresarial a la que pertenezca la empresa u organismo a la que esté asociado el usuario individual;
2. A continuación la información definida para cada empresa u organismo particular que puede modificar la anterior;
3. Por último la información propia de cada usuario que es siempre la que predomina sobre las anteriores.

El usuario podrá pedir y obtener dos tipos de ayuda diferentes:

- ? Ayuda relacionada con objetos (acciones, condiciones, parámetros) de la red semántica del subdominio. La configuración de esta respuesta se basa en ayudas de tipo texto, gráficos, videos, explicaciones en formato audio, etc. presentes en el módulo del dominio relacionadas con parámetros, acciones y condiciones de las reglas de producción;
- ? Ayuda relativa a explicaciones sobre las decisiones propuestas o tomadas por el asistente inteligente durante el proceso de parametrización del subdominio. La configuración de esta respuesta parte de la base de conocimientos del módulo del dominio que representa las posibles acciones a tomar y sus consecuencias, los posibles valores de los parámetros y las decisiones más rentables tomadas en función de la taxonomía empresarial definida.

Proceso *Modelo de usuario*.

Este proceso es el encargado de gestionar la identificación y las preferencias del usuario dentro del módulo de parametrización.

Su primera función es recibir del usuario a través de la interfaz su identificación y sus preferencias. La identificación será validada en el módulo de usuario y utilizada por otros componentes del módulo de parametrización, como la memoria de trabajo. Las preferencias pueden ser introducidas por el usuario y, en ese caso, serán las que utilice el asistente y serán enviadas al módulo de usuario para modificar las existentes hasta ese momento.

Su segunda función consiste en obtener a través del módulo de usuario las preferencias que el usuario tiene en ese momento utilizando la herencia por niveles, mostrada anteriormente en la figura 3.5. De esta forma ayudará al proceso de parametrización en la presentación de reglas y parámetros en el interfaz proporcionándole la información necesaria para el tratamiento personalizado de cada usuario.

Proceso *Parametrización*.

Este proceso realiza las funciones centrales del módulo de parametrización. En primer lugar se comunica con el usuario proponiendo, a cada usuario particular, los posibles subdominios a parametrizar, según el estado de parametrización de cada subdominio, obtenido del módulo de usuario, y según las propuestas que le envía el módulo de calidad. Recibe la respuesta del usuario y presenta la situación de parametrización del elegido de forma que al presentar una nueva regla de la red semántica asociada, esta se relacionará con las anteriores ya ejecutadas por el usuario.

El proceso de guía a través de la red semántica personalizada del usuario, similar en parte al proceso de tutorización de los Sistema Inteligentes de Tutorización estudiados, se desarrolla presentando las condiciones y los parámetros de la regla de producción todavía no ejecutada o incompleta. A continuación el módulo de parametrización puede definir una respuesta según los datos que sobre el usuario posea o puede preguntarle al usuario proponiéndole valores o dejándole responder libremente. Con estas respuestas se actualizará el estado de parametrización del dominio y se ejecutará la regla de producción cuya consecuencia será la entrada o condición de otra de las reglas, que será la que el proceso de parametrización presente al usuario a continuación, guiándole así a través de la red semántica por el camino particular que cada usuario elija.

La comunicación con el usuario se realiza a través de un interfaz que es al que el módulo de parametrización envía sus mensajes de forma personalizada, teniendo en cuenta las preferencias de cada usuario que obtiene del módulo de usuario. En función de esas preferencias y de la estrategia de parametrización que viene dada por la taxonomía empresarial que se utiliza, realiza funciones de predicción determinando las probables respuestas del usuario a las condiciones y parámetros de las reglas de producción y fijando otras que se tomarán de forma inteligente sin la participación del usuario.

Flujos Identificación y preferencias.

El primero de estos flujos se envía desde la interfaz del asistente con el usuario hacia el proceso modelo de usuario. Contiene los datos de identificación y preferencias que el usuario introduce en el asistente. Por una parte la propia identificación y por otra la modificación o la creación de preferencias personales como idioma preferente y posibles problemas o preferencias de accesibilidad que decidan el formato del interfaz y de las ayudas. El asistente obtendrá los datos de preferencias de usuario desde distintos niveles: primero taxonomía empresarial, después usuario colectivo al que pertenece y, finalmente, usuario individual, que puede modificar los valores heredados de los niveles anteriores.

El segundo de estos flujos es bidireccional ya que, por un lado, se envía desde el proceso modelo de usuario al módulo de usuario y contiene los datos de identificación y preferencias que deben ser creados o actualizados en el módulo de usuario según los valores decididos por él mismo. Por otro lado el módulo de usuario envía al modelo de usuario la confirmación de la identificación y sus datos asociados (nombre, usuario colectivo al que está asociado, etc.) y las preferencias del mismo obtenidas utilizando la herencia por niveles.

El tercero de estos flujos es interno al módulo y se envía desde el proceso modelo de usuario al proceso de parametrización. Contiene los datos de identificación del usuario y sus preferencias, datos que el proceso de parametrización utilizará para personalizar su interacción con el usuario. En función de la identificación se seleccionará la estrategia empresarial y, por tanto, los valores adecuados de los parámetros y del camino a recorrer por la red semántica, las propuestas que el sistema hace al usuario frente a la mejora de la calidad y los subdominios de conocimiento que pueden ser parametrizados por el usuario en función de su taxonomía empresarial, distinguiendo el estado de parametrización de cada uno (completo, en progreso o sin iniciar). Las preferencias ayudan al proceso de parametrización a presentar reglas y parámetros en la interfaz de la manera más acorde con cada usuario particular.

Flujo Preferencias.

Este flujo recibe información del modulo de usuario y contiene las preferencias de cada usuario relativas a la presentación y el tipo de información en el interfaz. Contiene datos como usuario colectivo al que pertenece, idioma preferente y posibles problemas o preferencias de accesibilidad que decidan el formato del interfaz y la presentación de las ayudas, eligiendo, por ejemplo aquellas auditivas frente a las gráficas o textuales o a la inversa.

Flujo Identificación.

Este flujo es interno al módulo y se envía desde el proceso modelo de usuario al almacenamiento memoria de trabajo. Contiene los datos de identificación del usuario necesarios para que la memoria de trabajo pueda almacenar correctamente la situación de cada usuario en cuanto al uso del sistema y sus actividades y después pueda actualizar con toda esta información el módulo de usuario.

Flujo Petición de ayuda.

Este flujo se envía desde el interfaz y se recibe en el proceso ayudas y soporte. Contiene la solicitud de ayuda que hace el usuario, a través del interfaz, tanto sobre el propio proceso de parametrización como sobre algunos de sus conceptos o parámetros. La petición de ayuda también puede referirse a explicaciones sobre la situación de parametrización de cada subdominio, sobre las propuestas de revisión de la parametrización para mejorar la calidad que hace el asistente y sobre la estrategia de parametrización que propone.

Flujo Ayuda personalizada.

Este flujo envía información al usuario a través de la interfaz en forma de ayudas asociadas a las acciones, condiciones o parámetros del subdominio que se está tratando y que ha sido solicitada por el usuario. Las ayudas provienen del módulo del dominio y puede haber varias y de distinto tipo para cada objeto. Será el módulo de parametrización el que decida cuantas de estas ayudas presentar y el orden de presentación en función de las preferencias del usuario que conoce a través del módulo de usuario. La ayuda puede referirse a explicaciones sobre el proceso del asistente, como hemos visto en el flujo anterior. Esta información está contenida en los módulos del dominio, de calidad y de usuario y, al estar formalizada como reglas de producción como veremos en las bases metodológicas de este capítulo, es fácilmente mostrable y comprensible al usuario.

Flujo Ayudas.

Este flujo recibe información del módulo del dominio en forma de ayudas asociadas a las acciones, condiciones o parámetros del subdominio que se está tratando y que ha sido solicitada por el usuario a través del interfaz. El módulo del dominio puede contener distintos tipos de ayuda para cada objeto y en formatos diferentes y será el módulo de parametrización el que decida cuantas de estas ayudas presentar y el orden de presentación.

Flujo Procesos a mejorar.

Este flujo recibe información del módulo de calidad sobre los procesos de negocio (subdominios) a mejorar y su prioridad, determinados por el análisis realizado sobre los datos de calidad en dicho módulo. Esta información la utiliza el módulo de parametrización para proponer al usuario correspondiente los subdominios a los que debe acceder y en que orden para revisar la parametrización e, incluso, proponerle posibles caminos de parametrización y valores de parámetros que corrijan las desviaciones de calidad.

Flujo Proceso a parametrizar.

Este flujo recibe información del usuario a través del interfaz y contiene el subdominio que el usuario ha decidido parametrizar. El usuario toma esta decisión guiado por el asistente que le propondrá aquellos que es posible parametrizar con ayuda del asistente y que corresponden a la taxonomía empresarial propia del usuario, aquellos que ya han sido parametrizados y los que se encuentran en progreso pero no han finalizado. También le podrá proponer mediante información recibida del módulo de

calidad la revisión de la parametrización de aquellos subdominios cuyos resultados puedan ser mejorados y sus prioridades.

Flujos Reglas y parámetros.

El primero de estos flujos se recibe desde el módulo de dominio y es utilizado por el módulo de parametrización para guiar al usuario a través de la red semántica del dominio. La información recibida puede ser del tipo siguiente:

- ? Elenco de los subdominios de conocimiento, es decir de aquellos procesos de negocio que es posible parametrizar con ayuda del asistente. El módulo de parametrización decidirá en función de la taxonomía empresarial cuales de estos subdominios deben ser presentados al usuario.
- ? Siguiendo acción a ejecutar dentro de la red semántica según el valor de las condiciones obtenidas hasta el momento.
- ? Parámetros a definir, según la acción en la que se encuentre el proceso de parametrización. El módulo de parametrización decidirá si sus valores deben ser elegidos por el usuario libremente, elegidos por el usuario con valores propuestos por el asistente o elegidos por el asistente, según la estrategia de parametrización del usuario.

El segundo de estos flujos se envía a la interfaz de comunicación con el usuario y la información a enviar será la misma citada anteriormente pero personalizada por el módulo de parametrización:

- ? Subdominios de conocimiento que pueden ser parametrizados por el usuario en función de su taxonomía empresarial, distinguiendo el estado de parametrización de cada uno (completo, en progreso o sin iniciar). Cuando el sistema esté ya en funcionamiento se presentarán, además de todos los subdominios parametrizados, aquellos que el asistente propone para su revisión en función de los resultados enviados por el módulo de calidad.
- ? Siguiendo acción a ejecutar dentro de la red semántica según el valor de las condiciones obtenidas hasta el momento.
- ? Parámetros a definir, según la acción en la que se encuentre el proceso de parametrización. El módulo de parametrización presentará solo aquellos cuyos valores deban ser elegidos por el usuario libremente y aquellos que serán elegidos por el usuario pero con valores propuestos por el módulo de parametrización. Los valores decididos por el módulo de parametrización según

la estrategia de parametrización del usuario se cargarán automáticamente sin presentárselos al usuario. La propuesta de valores por parte del módulo de parametrización tendrá en cuenta la del módulo de calidad en caso de revisión de la parametrización con el sistema ERP en funcionamiento.

Flujos *Respuesta de usuario.*

El primero de estos flujos es enviado por el usuario a través de la interfaz. Contiene el valor que da el usuario a las condiciones de la regla de producción que se le presenta en ese momento. También, si la regla de producción lleva asociados parámetros, contiene el valor que da el usuario a cada uno de ellos. Los valores dados pueden ser definidos libremente por el usuario o pueden ser resultado de la aceptación a la propuesta de condiciones y valores que propone el asistente. Con objeto de dar la mayor flexibilidad posible al usuario, este siempre tendrá presente la cadena de la red semántica por la que ha pasado y los valores atribuidos a los parámetros y podrá, si lo necesita, volver atrás y repetir la parametrización de un subdominio o de una parte la red semántica y, por tanto, repetir la asignación de valor a un parámetro.

El segundo de estos flujos es interno al módulo ya que es enviado por el proceso de parametrización al almacenamiento memoria de trabajo. Este flujo es necesario para que la memoria de trabajo vaya, paso a paso, configurando la situación de parametrización del subdominio, de forma que esta pueda ser consultada por el usuario en cualquier momento y almacenada para posteriores actuaciones del usuario y para su posterior carga en el sistema ERP.

Flujo *Situación de parametrización.*

Este flujo es enviado al modulo de usuario y contiene el conjunto de acciones realizadas por el usuario durante la sesión de trabajo con el asistente. El asistente guiará al alumno por el conjunto de reglas que forman el conocimiento del subdominio a parametrizar y que están conectadas por las condiciones/conclusiones de las mismas formando una red semántica. El camino que seguirá el usuario por esas reglas le hará retornar a las reglas incompletas anteriores (reglas cuyas condiciones no se han cumplido completamente) cuando haya completado todas las reglas siguientes por las que ha ido pasando desde la incompleta. De esta forma el usuario recorrerá todos los caminos de la red semántica, que podemos comparar con un hipotético grafo formado por las conexiones entre el conjunto de las reglas de conocimiento. El conjunto de todas las reglas y su grado de ejecución (respuesta del usuario a las condiciones de las mismas y a los valores asociados de los parámetros) será el enviado en este flujo y almacenado en el módulo de usuario.

Flujo *Estrategia de parametrización*.

Este flujo contiene información que se recibe del módulo de usuario sobre las decisiones de parametrización predefinidas, bien a nivel de usuario colectivo o individual, en función de la taxonomía empresarial y la decisión directa del usuario. Es decir, se reciben del módulo de usuario las condiciones predefinidas por el asistente de la regla de producción que se esté ejecutando en ese momento, si las hay, y los valores predefinidos por el asistente asociados a esa regla, si los hay. Es posible que esas condiciones y valores sean fijos y en ese caso el módulo de parametrización actualiza con ellos la situación de parametrización o sean preferentes pero deban ser sometidos a la decisión final del usuario en cuyo caso se presentan a este a través del interfaz.

Flujo *Parametrización ERP*.

Este flujo es enviado directamente al sistema ERP y contiene la parametrización terminada y aceptada de un subdominio o del dominio completo. Las decisiones del asistente y del usuario han determinado la parametrización de los procesos de negocio correspondientes al dominio o subdominio y han sido formalizadas mediante reglas de producción ejecutadas de una cierta forma, lo que ha dado lugar a una cadena concreta dentro de la red semántica asociada. Además algunas reglas de producción han determinado valores de ciertos parámetros. Todos estos datos se transforman en información que el sistema ERP puede procesar automáticamente a través de sus herramientas de carga automática, como ya veremos en las fases metodológicas de este capítulo y en el capítulo siguiente que explica la creación de un prototipo. Por tanto el resultado del trabajo del asistente inteligente es la parametrización automática del sistema ERP.

3.1.4. Módulo de calidad

Este módulo representa una novedad en nuestra arquitectura respecto a las utilizadas como referencia, las de los ITS e IHS. Sus funciones de retroalimentación para la mejora continua no son asimilables a ninguno de los componentes de las arquitecturas analizadas. Sus objetivos son: mostrar los beneficios de negocio esperados medidos en parámetros del ERP según la taxonomía empresarial definida; formalizar criterios e indicadores de calidad para definir la métrica a utilizar; asociar estos criterios a caminos y parámetros de la red semántica del dominio; comparar resultados obtenidos y esperados; proponer al usuario los subdominios priorizados cuya parametrización se debe revisar según el análisis de resultados y aconsejar correcciones que puedan resolver los problemas de calidad. Este módulo se relaciona con el módulo del usuario en cuanto a taxonomía empresarial y valores de calidad deseados, con el módulo de parametrización

en cuanto a guía del usuario en las modificaciones a la parametrización y con el sistema ERP en cuanto a resultados de calidad reales.

Resumiendo, este módulo deberá realizar las funciones de:

- ? Elaboración, proporcionando explicaciones al usuario sobre las actuaciones y parámetros a modificar;
- ? Estrategia, seleccionando el subdominio a ser parametrizado de nuevo;
- ? Diagnóstico, analizando diferencias entre los resultados de calidad obtenidos y los aceptables y óptimos;
- ? Informe, obteniendo informes de calidad, acciones tomadas, usuarios involucrados y resultados conseguidos;
- ? Monitorización, sugiriendo correcciones a las desviaciones detectadas analizando el historial de calidad de la propia empresa o de empresas incluidas en la misma taxonomía;
- ? Evaluación, evaluando la efectividad de la parametrización realizada según indicadores, valores y criterios de calidad establecidos.

La figura 3.10 representa el detalle del nivel 2 de la arquitectura para este módulo.

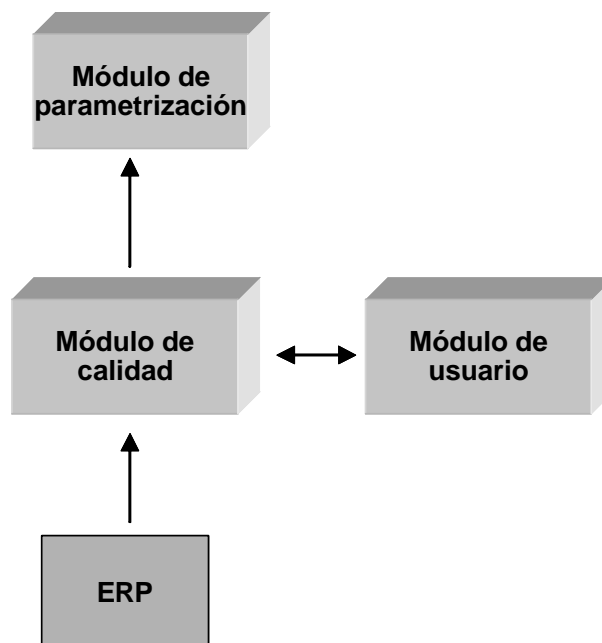


Figura 3.10 Detalle de la arquitectura de nivel 2 para el módulo de calidad

Utilizando el estándar ya referenciado de IEEE, la figura 3.11 muestra la descomposición a nivel inferior de la arquitectura de este módulo.

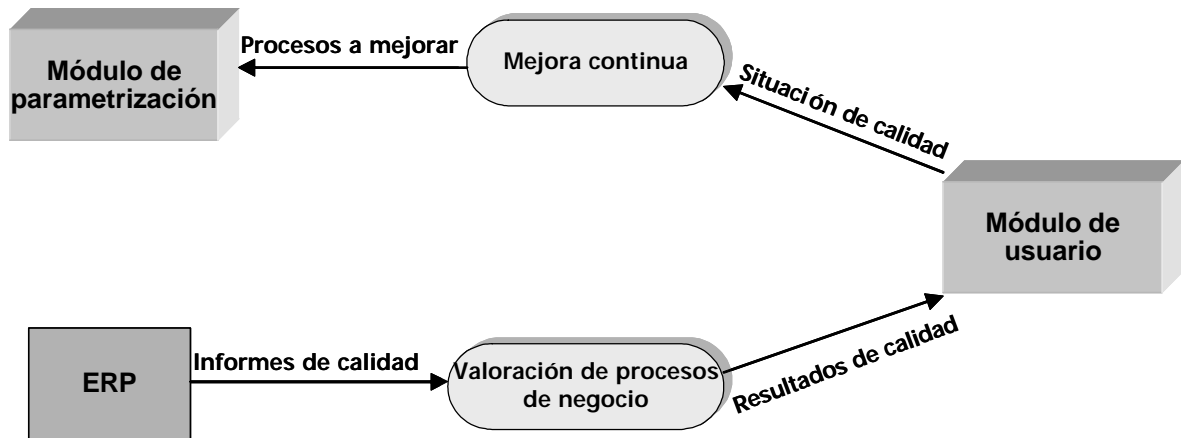


Figura 3.11 Arquitectura de nivel 3 para el módulo de calidad

Dentro del módulo de calidad distinguimos seis elementos: dos de tipo proceso y cuatro de tipo flujo.

Proceso *Mejora continua*.

La principal función de este proceso es aconsejar al usuario la parte del dominio cuya parametrización debe revisar en función de los resultados de calidad obtenidos en el sistema ERP implantado y en funcionamiento. Además de indicar la parte de la red semántica a revisar debe aconsejar sobre los posibles cambios a realizar en la parametrización según el criterio de calidad considerado, analizando el historial de calidad de la propia empresa o de otras similares incluidas en la misma taxonomía, los valores y las condiciones ya utilizadas y sus resultados.

Para determinar el conjunto de subdominios a revisar y la prioridad de cada uno se establece primero un criterio de mínimos, es decir aquellos subdominio asociados a indicadores que no alcancen los valores aceptables definidos en el módulo de usuario. A continuación se calcula, para el resto de indicadores, la diferencia entre los valores obtenidos y los óptimos definidos, también, en el módulo de usuario y se obtiene los subdominios asociados a cada uno de ellos. En este caso la prioridad a los subdominios se obtiene considerando dos variables: la diferencia entre valores óptimos y reales y la cantidad de indicadores que afectan a cada subdominio.

Este proceso se encarga, además, de obtener informes de calidad: valores aceptables y óptimos comparados con los resultados obtenidos, los cambios de parametrización a

los que han dado lugar las diferencias entre ellos y los nuevos valores obtenidos evaluando la efectividad de la revisión de la parametrización realizada.

Proceso Valoración de procesos de negocio.

Este proceso debe determinar los criterios e indicadores de calidad que deben ser medidos y recoger los datos que le envía el sistema ERP, que contienen los valores reales de cada indicador medido. Por tanto, este proceso debe asociar cada indicador de calidad con un subdominio cuya parametrización es responsable de los resultados de calidad, sabiendo que cada subdominio corresponde con una parte de la red semántica de conocimientos del asistente. Por ejemplo el tiempo de aceptación de un pedido de proveedores será un indicador de calidad perteneciente al criterio de calidad de recepción de pedidos y estará ligado a la parametrización del subdominio de recepción, en concreto a la parte de la red semántica que define los acuerdos marcos sobre calidad concertada con el proveedor y sobre normas internas de recepción de pedidos y control de calidad en recepción. Los criterios e indicadores dependerán de la estrategia empresarial, es decir de la taxonomía en la que la empresa se incluya y su determinación será analizada en las bases metodológicas de este capítulo.

Flujo Informes de calidad.

Este flujo proviene del sistema ERP que envía los valores reales de los indicadores de calidad definidos por el módulo de calidad. Esta recogida de datos se realizará con una periodicidad definida para cada empresa u organismo y formará parte de sus preferencias en el módulo de usuario. Debe ser posible adaptar la periodicidad a los resultados empresariales y tener distintas periodicidades para cada subdominio en función de sus resultados.

Flujo Resultados de calidad.

Este flujo contiene la información que se envía al módulo de usuario sobre la recogida y análisis de datos realizados durante el funcionamiento del sistema ERP. Indicará para cada uno de los subdominios analizados los valores de calidad obtenidos, es decir, los resultados de calidad del proceso de negocio de ese subdominio. Cada subdominio estará asociado a una parte de la red semántica que se debe volver a recorrer.

Flujo Situación de calidad.

Este flujo contiene la información que proviene del modulo de usuario relativa a las diferencias entre los valores de los índices de calidad obtenidos y los aceptados y óptimos que posee el modulo del usuario para cada subdominio y para cada usuario

colectivo, ya que depende de cada estrategia empresarial. Estos datos sirven al modulo de calidad para determinar aquellos procesos que no llegan a la calidad necesaria y se alejan más de la calidad óptima, seleccionando y priorizando los que necesitan una revisión de la planificación.

Flujo *Procesos a mejorar*.

Este flujo envía información al módulo de parametrización sobre los procesos de negocio a mejorar y su prioridad, determinados por el análisis realizado sobre los datos de calidad. Esta información la utiliza el módulo de parametrización para proponer al usuario correspondiente los subdominios a los que debe acceder y en que orden, para revisar la parametrización.

3.2. BASES METODOLÓGICAS

Hemos descrito los objetivos y las funciones necesarias para cumplirlos del asistente inteligente propuesto en este trabajo, a continuación expondremos como el sistema cumple sus objetivos, estableciendo una propuesta metodológica que detalle las bases teóricas y prácticas con las que trabaja y la justificación de su uso. Estas bases que fundamentarán la propuesta metodológica son:

- ? El uso de una taxonomía empresarial que, utilizando las analizadas en el capítulo anterior, ayude al asistente a definir de forma inteligente parámetros y condiciones de las reglas de producción del dominio que faciliten la consecución de la estrategia empresarial;
- ? La aplicación de una técnica para el modelado de procesos de entre las varias existentes, que formalice los procesos de parametrización del sistema ERP y que ayude la construcción de las redes semánticas;
- ? La utilización de reglas de producción del tipo condición/acción/condición que se relacionen entre si formando redes semánticas y su representación utilizando una adaptación de la misma técnica para el modelado de procesos anterior;
- ? El uso de un conjunto de criterios e indicadores de calidad que forma una métrica de calidad a utilizar en la evaluación del uso y los resultados del sistema ERP implantado y que ayuden al asistente inteligente en su retroalimentación.

3.2.1. Taxonomía empresarial para la parametrización ERP

Cuando nos enfrentamos a estructuras complejas que debemos clasificar utilizamos una taxonomía que agrupa estas estructuras en categorías jerárquicas y asocia la información necesaria en cada contexto a estas categorías. El objetivo de la taxonomía que vamos a llevar a cabo en este trabajo es agrupar las diferentes empresas posibles utilizadoras de sistemas ERP según la estrategia empresarial que gué el uso de dicho sistema y, por tanto, su parametrización. El resultado ayudará al asistente objeto de nuestro trabajo a definir de forma inteligente parámetros y condiciones de las reglas de producción del dominio que conformarán la parametrización del sistema ERP para facilitar la consecución de la estrategia empresarial.

En el capítulo segundo de este trabajo analizamos las distintas taxonomías empresariales empleadas más comúnmente agrupándolas por el criterio principal de clasificación. Los criterios de partida más empleados son:

- ? Sectores. Clasifica por el tipo de actividad desarrollada. Cada trayectoria sectorial viene definida por el origen del proceso de innovación, las necesidades del usuario receptor y los niveles de codificación, accesibilidad, apropiación y difusión. Se consideran elementos característicos, como el tipo de recurso empleado, el tipo de resultado obtenido, el impacto económico de la innovación, el mercado donde actúa y la tecnología utilizada.
- ? Dimensión. Clasifica por el tamaño de las empresas. Este factor condiciona el comportamiento de una empresa y es la forma más utilizada en los estudios estadísticos. El tamaño es una variable que condiciona multitud de decisiones empresariales, sobre todo aquellas relacionadas con la gestión del personal y el tipo de dirección, el ámbito geográfico y el volumen de facturación y producción.
- ? Estructura organizativa. Clasifica según la estructura organizativa de la empresa, estructura que permite a un grupo de personas coordinar eficientemente sus esfuerzos para obtener resultados deseables. La estructura de una organización se forma por el tipo de roles o papeles a desempeñar por las personas del grupo, las relaciones entre ellas y, consecuentemente, los procedimientos definidos que permiten estos roles y relaciones, la distribución de la capacidad de decisión y los límites y relaciones con el exterior.

Considerando el objetivo de la taxonomía elegida, que es definir modelos de proceso de negocio, en los que intervienen factores productivos, organizativos, de mercado, comerciales y de innovación, hemos elegido utilizar una taxonomía de tipo sectorial orientada al grupo de procesos que intervienen en un sistema ERP. La taxonomía agrupará diversas estrategias empresariales por áreas temáticas muy diferenciadas y dentro de cada área por sectores. En algún sector se ha considerado una división posterior por tipo de negocio o producto, que supone un tercer nivel de clasificación.

La taxonomía desarrollada se presenta inicialmente en forma jerárquica, detallándose posteriormente para cada sector sus características principales y sus procesos de negocio. Este criterio, que ha sido el elegido para la clasificación realizada, es el que determina una estrategia empresarial específica y se ha basado en el utilizado en las implantaciones de las soluciones sectoriales de SAP. Durante el desarrollo de la taxonomía se han obtenido las siguientes ventajas:

- ? Soluciones diseñadas a medida de los estándares o mejores prácticas, procesos y retos específicos de cada sector.
- ? Visión de las necesidades y características de procesos sectoriales específicos.
- ? Integración de procesos de negocio con información para facilitar la toma de decisiones.
- ? Optimización de estrategias y procesos de negocio con estructuras de soporte efectivas que garantizan el intercambio y la disponibilidad de la información.

La tabla de la figura 3.12 representa la estructura jerárquica básica de la taxonomía desarrollada que se utilizará en la definición de parámetros y reglas en el módulo de usuario del asistente inteligente.

ÁREA TEMÁTICA	SECTOR
Industrias productivas	Defensa e Industria aeroespacial
	Automoción
	Maquinaria industrial y Componentes
	Ingeniería, Construcción y Operaciones
	Alta tecnología
	Industria química
	Metal, Papel y Madera
	Minería
	Petrolíferas y Gas
	Sector farmacéutico
	Productos de consumo
Industrias de servicios	Operadores logísticos
	Medios de comunicación
	Servicios profesionales
	Distribución comercial
	Telecomunicaciones
	Servicios públicos
	Distribución mayorista
Sector público y financiero	Entidades financieras
	Entidades aseguradoras
	Sanidad
	Educación superior e Investigación
	Sector público

Figura 3.12 Clasificación por áreas temáticas y sectores

La primera división representa áreas muy claramente diferenciadas. Las industrias productivas tienen como misión principal la producción, es decir la transformación de materias primas en productos elaborados. El objetivo primario de las industrias de servicio no es la producción, si no la distribución de productos o la prestación de servicios. Finalmente, la última área agrupa al sector público y las finanzas, en cuanto su característica principal es la gestión y sus resultados son menos tangibles que los de las industrias de servicios.

Veamos detalladamente las características y posibles subdivisiones del segundo nivel o sector.

Defensa e Industria aeroespacial.

El sector aeroespacial y de defensa está cambiando de forma radical y veloz, intentando cubrir nuevas necesidades, controlar los costes y el servicio. Entre las funciones principales están:

- ? Fabricación orientada a proyectos, complejos cálculos de coste y gestión de series del producto.
- ? Análisis de rentabilidad de rutas y contabilidad asociada.
- ? Mantenimiento, reparación y revisión, gestión de configuración y de modificaciones
- ? Planificación estratégica y seguridad.
- ? Sistema integrado de información, mejorando el soporte para el despliegue táctico de suministros, equipamiento y personal

Este sector lo hemos dividido en tres tipos de negocios muy diferentes en cuanto a entorno y necesidades de procesos de negocio:

- ? Mantenimiento, reparación y revisión. Servicios eficientes y eficaces que consiguen que los productos estén disponibles rápidamente sin perder la calidad del control. La figura 3.13 muestra el modelo de procesos de este negocio.

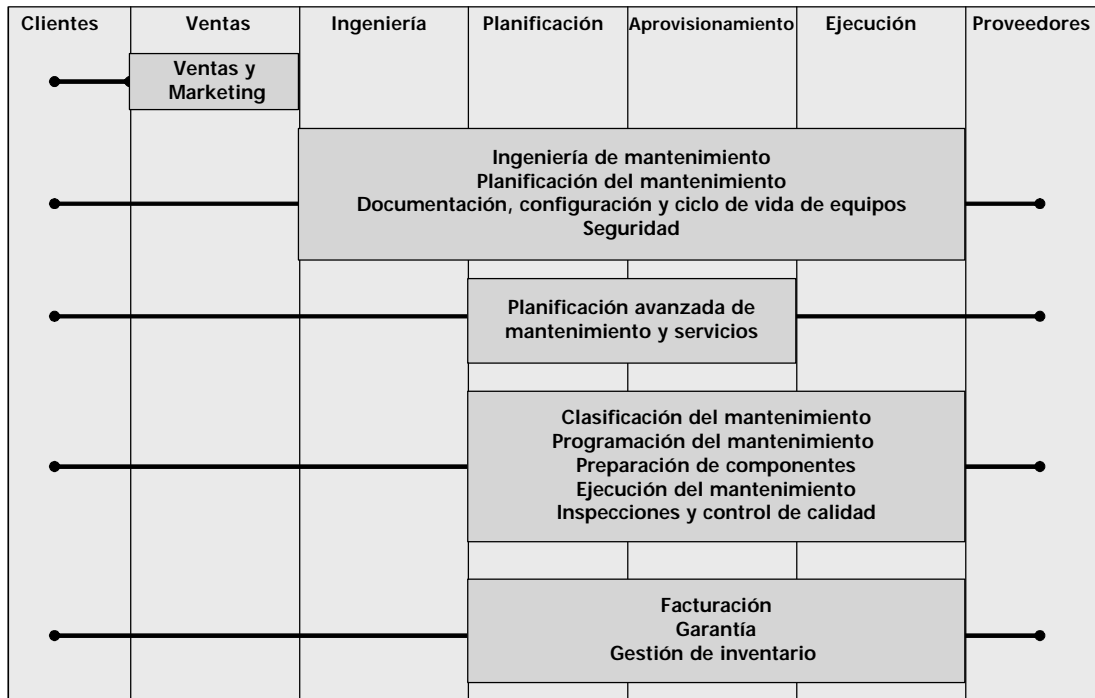


Figura 3.13 Modelo de procesos del negocio ‘Mantenimiento, reparación y revisión’

? Operaciones de líneas aéreas. Gestión del tráfico creciente y de la desregulación. Integración homogénea de procesos, conocimiento y las estructuras de empresas adquiridas o asociadas. La figura 3.14 muestra el modelo de procesos de este negocio.



Figura 3.14 Modelo de procesos del negocio ‘Operaciones de líneas aéreas’

? Defensa. Visibilidad de activos, control de costes y presupuesto. Seguridad, privacidad y rastreo de materias primas y de destino de productos terminados.

Gestión de contratos de y programas desde el contacto inicial hasta la entrega del producto. La figura 3.15 muestra el modelo de procesos de este negocio.

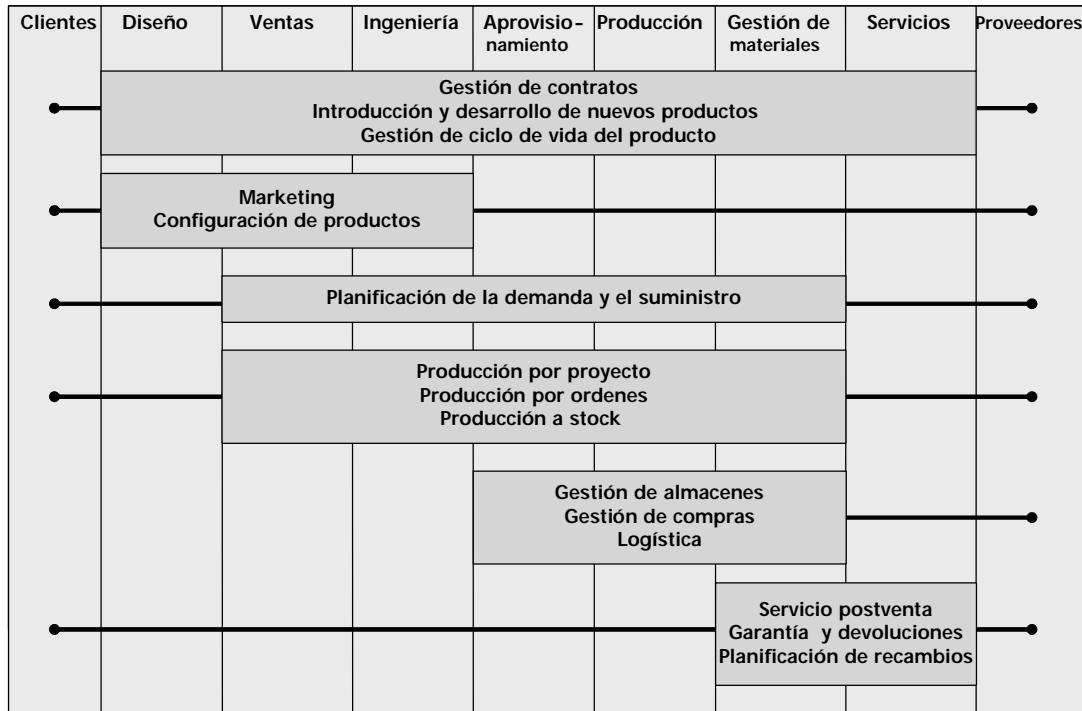


Figura 3.15 Modelo de procesos del negocio 'Defensa'

Automoción.

Es el sector creador del modelo de la fabricación moderna. Hoy en día, los fabricantes compiten globalmente y se tiende a la fabricación bajo demanda adaptándose a los requisitos de cada cliente en lugar de fabricaciones masivas a stock. La rapidez aparece como nuevo factor en el desarrollo de nuevos productos, montaje y entrega. La colaboración entre todos los participantes del sector (proveedores, fabricantes de equipos originales para automoción, distribuidores y clientes) es esencial. La gestión de las fábricas en tiempo real es un punto crucial, así como el uso y la integración con máquinas y robots.

Este sector lo hemos dividido en tres tipos de negocios que se complementan y utilizan, cada uno, procesos particulares:

- ? Fabricantes de automoción. Funciones de ingeniería, planificación y ejecución, que necesitan optimizar los procesos y, al mismo tiempo, reaccionar rápidamente ante los cambios del mercado y la fluctuación de la cadena de suministro. La figura 3.16 muestra el modelo de procesos de este negocio.

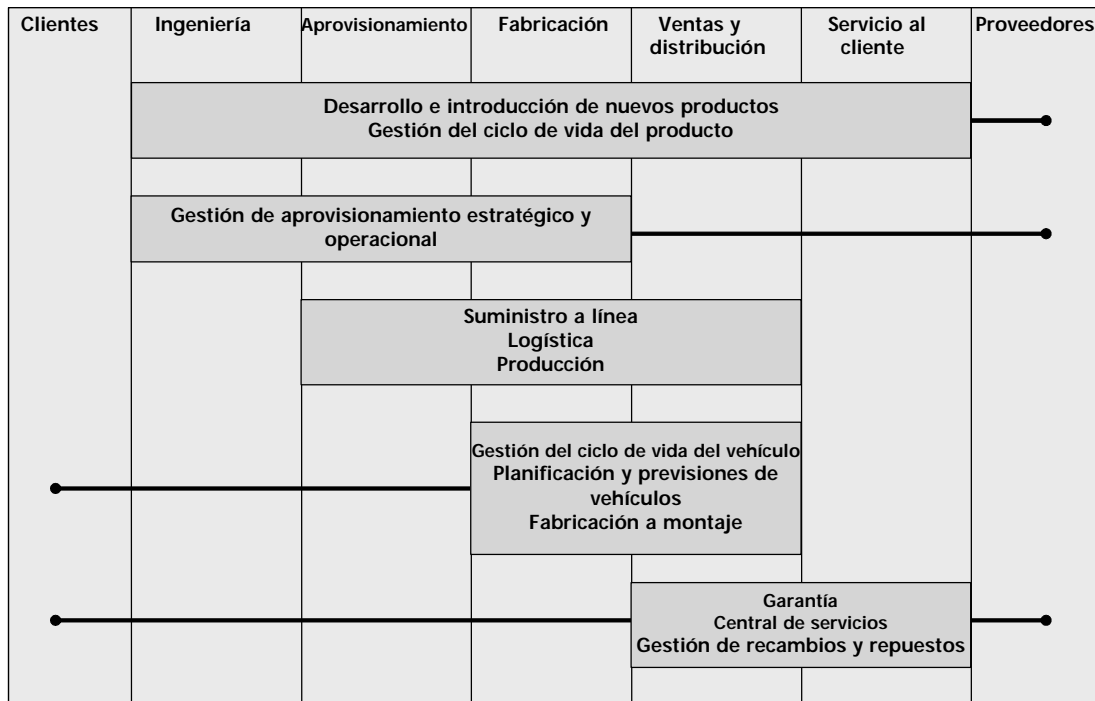


Figura 3.16 Modelo de procesos del negocio ‘Fabricantes de automoción’

? Proveedores de automoción. Necesidad de integración dentro del proceso de producción de los fabricantes de equipos originales. Funciones de logística de embalaje, planificación de calendarios de previsiones de entrega, de seguimiento de fabricación just-in-time, de intercambio electrónico de datos, optimización y seguimiento del transporte y procedimientos de autofacturación. La figura 3.17 muestra el modelo de procesos de este negocio.



Figura 3.17 Modelo de procesos del negocio ‘Proveedores de automoción’

? Ventas y servicio de atención al cliente. Flexibilidad, gestión de centros de soporte al cliente y servicio postventa y mejoras en la entrega: cumplimientos, calendarios, menor tiempo, información al cliente, transporte, etc. La figura 3.18 muestra el modelo de procesos de este negocio.

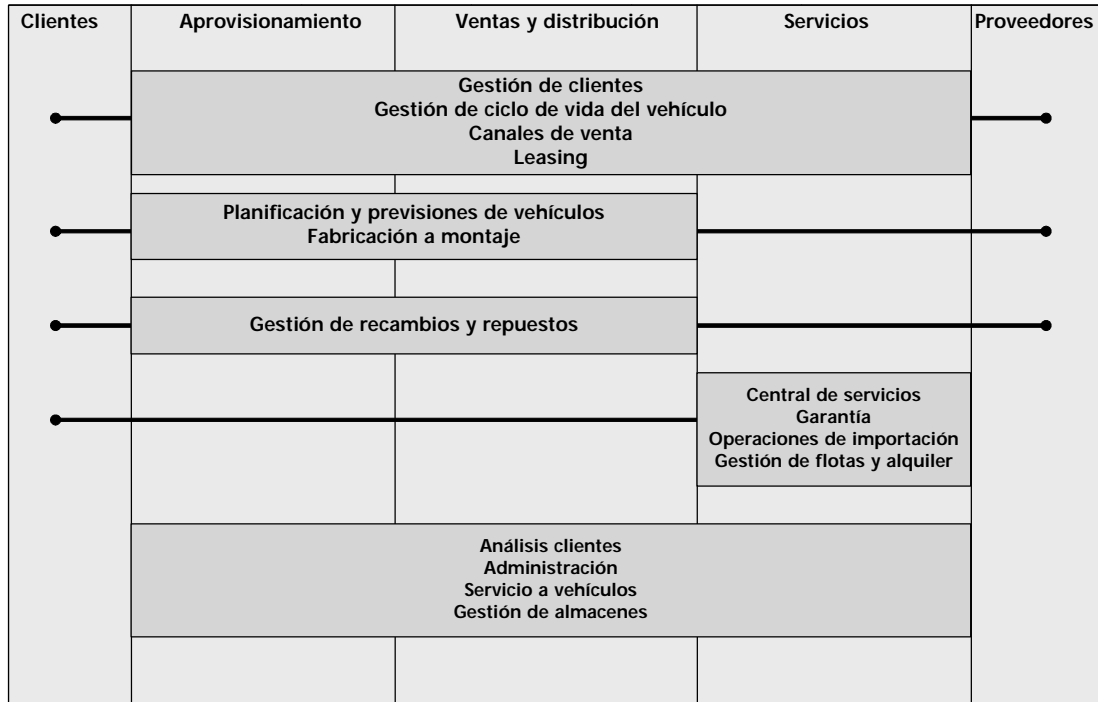


Figura 3.18 Modelo de procesos del negocio ‘Ventas y servicio de atención al cliente’

Maquinaria industrial y Componentes.

Las empresas del sector de maquinaria y equipos se enfrentan a retos cada vez mayores: productos cada vez más diversificados, especificaciones más exigentes y clientes que esperan una respuesta más rápida y flexible a sus necesidades. Sus procesos de negocio abarcan varias líneas: desde la estimación y entrada de pedidos hasta la gestión de proyectos y planificación de la producción y desde el mantenimiento y los servicios hasta la facturación y a los análisis de rentabilidad. Dentro de sus objetivos se encuentra la mejora de las relaciones con clientes, proveedores y contratistas, detectar cuellos de botella, piezas perdidas y excedentes de abastecimiento antes de que sucedan, garantizar la calidad de la ingeniería, la fabricación y el montaje, perfeccionar la entrega puntual de productos configurados por el cliente, crear hojas de ruta y de materiales específicas por pedido, mejorar la entrega de piezas de recambio y mejorar los servicios de posventa. La figura 3.19 muestra el modelo de procesos de este sector.

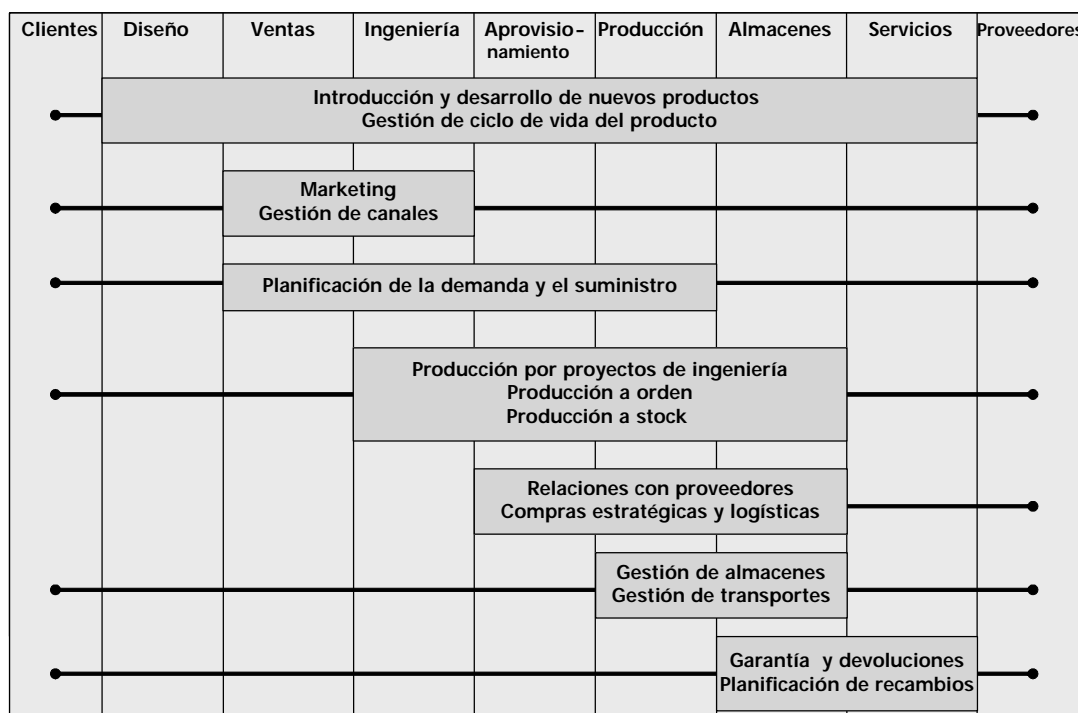


Figura 3.19 Modelo de procesos del sector 'Maquinaria industrial y Componentes'

Ingeniería, Construcción y Operaciones.

Las empresas de este sector pueden ser contratistas y empresas de ingeniería, empresas de construcción residencial y comercial y empresas de equipamiento. Este tipo de sector basa su actividad, principalmente, en la gestión y coordinación de proyectos complejos y de personal desplazado. Entre sus objetivos se encuentra la aplicación de nuevas tecnologías y la integración de distintos procesos (ingeniería, construcción, operaciones) desde distintos orígenes (proveedores, subcontrata). Entre sus funciones destacamos:

- ? Gestionar la cadena de suministro. Colaborar con otros participantes en la planificación y previsión de la oferta y la demanda, el aprovisionamiento directo, la subcontratación de la fabricación, el cumplimiento de pedidos y la gestión de los subcontratistas.
- ? Reunir e interpretar datos de negocio. Obtener informes sobre las evaluaciones de rendimiento, los presupuestos de finalización y el cambio de las condiciones económicas.
- ? Colaborar a través de organizaciones y sistemas. Utilizar los portales empresariales que proporcionan a todos los empleados y colaboradores acceso a toda la gama de información, aplicaciones y servicios que necesitan para trabajar.
- ? Controlar los costes. Permite realizar un seguimiento de las inversiones de capital, monitorizar proyectos y contratos y mantener un control exhaustivo de los gastos con información financiera en tiempo real.

- ? Gestión de compras. Racionalizar la compra de productos y servicios y gestionar todo el ciclo de compra.

La figura 3.20 muestra el modelo de procesos de este sector.

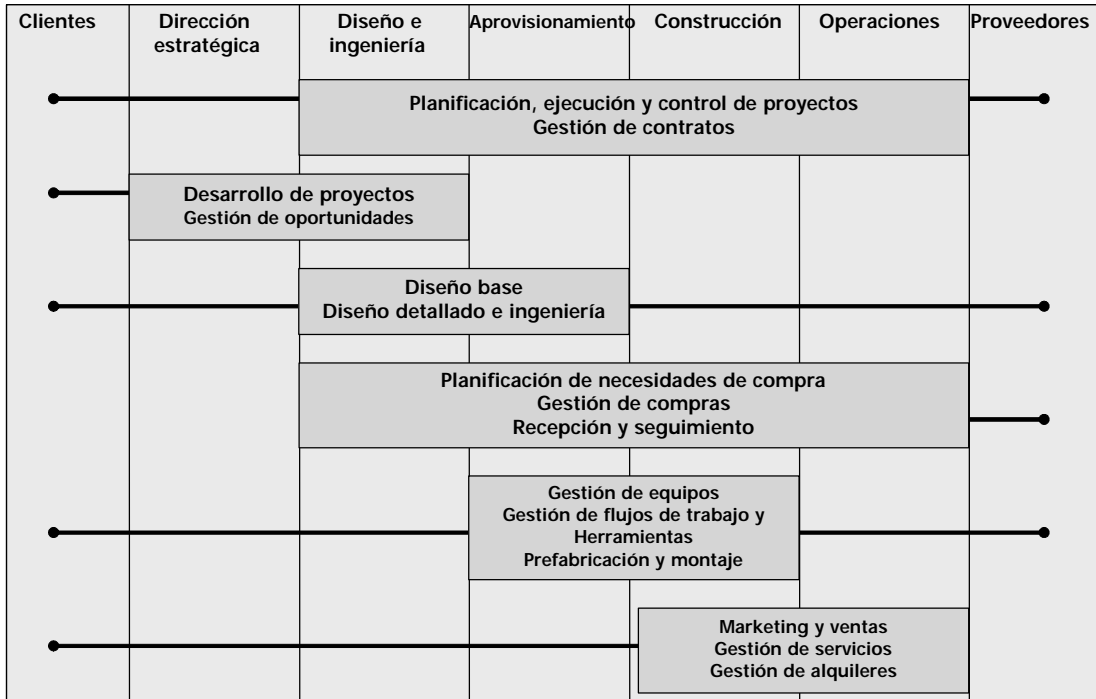


Figura 3.20 Modelo de procesos del sector ‘Ingeniería, Construcción y Operaciones’

Alta tecnología.

Las empresas de alta tecnología se caracterizan por una rápida innovación, gestión del riesgo e investigación, aunque también gestionan los procesos típicos productivos, desde el diseño y la planificación hasta el aprovisionamiento, fabricación, venta, distribución y prestación de servicios. Su complejidad y alto coste obliga a asociaciones y alianzas de todo tipo, entre competidores, fusiones, con proveedores, etc. Entre sus funcionalidades clave encontramos:

- ? Gestionar productos a través de todo el ciclo de vida de los mismos, rastrear y controlar toda la información de un producto a través de la cadena de suministro extendida, tanto desde el desarrollo de productos (diseñadores, ingenieros) como desde la fabricación (operarios, responsables de mantenimiento y almacenes).
- ? Gestión de la cadena de suministro. Coordinar la planificación, previsión y producción.
- ? Análisis de mercados y clientes. Visión global que ayude a comprender necesidades y a diseñar de una forma más efectiva los productos y servicios futuros.
- ? Entorno colaborativo y asociativo. Intercambios de información particulares y sectoriales para trabajar de forma fluida y eficaz en alianzas estratégicas, así

como con proveedores, subcontratas y clientes. Control de calidad de asociados y suministradores.

Este sector, complejo, lo hemos dividido en tres tipos de negocios con características y procesos particulares:

- ? Fabricantes de equipos. Existe una amplia gama de productos y servicios, desde equipamiento para monitorización y pruebas, hasta teléfonos móviles, equipos médicos, ordenadores y equipos de conmutación. Se caracteriza por el diseño de productos complejos y altamente configurables, la necesidad de previsión de la demanda, distintos tipos de fabricación (stock, fabricación bajo pedido y montaje bajo pedido) y la gestión de contratos de producción o de los servicios de fabricación electrónica ampliando las competencias principales de fabricación tradicionales. La figura 3.21 muestra el modelo de procesos de este negocio.

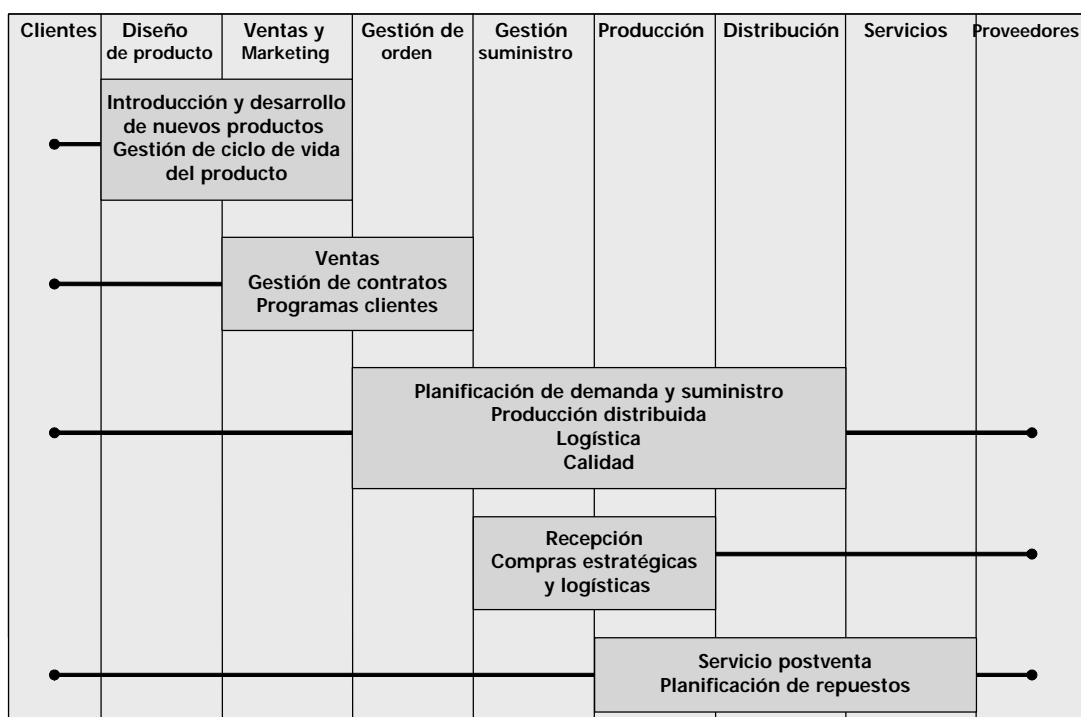


Figura 3.21 Modelo de procesos del negocio 'Fabricantes de equipos'

- ? Fabricantes de semiconductores. El sector de los semiconductores es el motor que hay detrás de las telecomunicaciones y la informática. Se caracteriza por complejos procesos de fabricación, mercados altamente competitivos y clientes exigentes. La figura 3.22 muestra el modelo de procesos de este negocio.

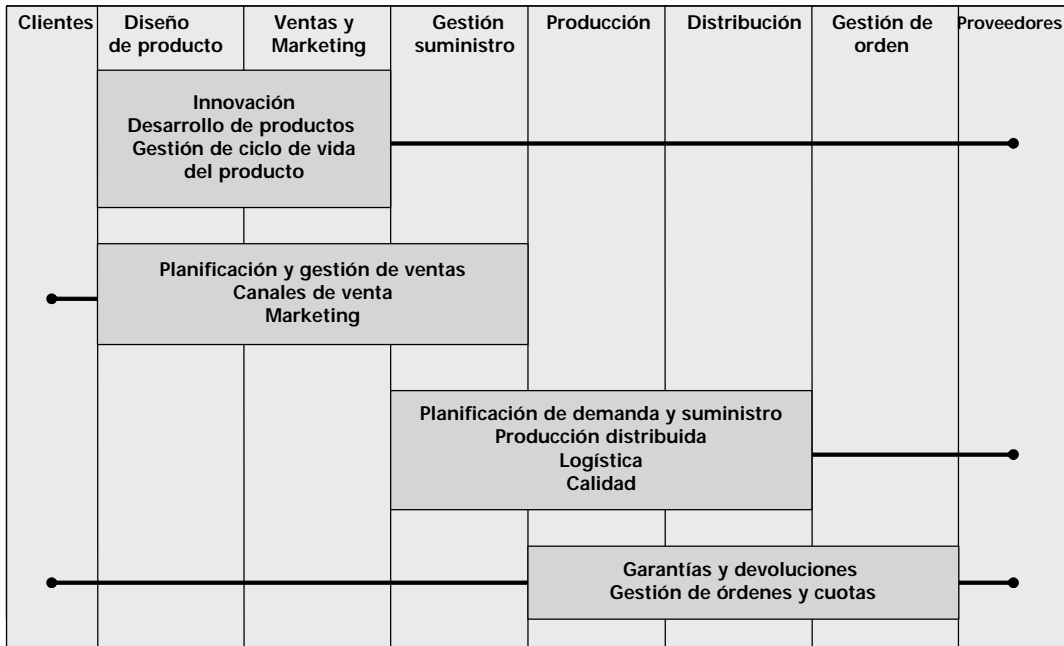


Figura 3.22 Modelo de procesos del negocio ‘Fabricantes de semiconductores’

? Proveedores de software. El software es un importante segmento dentro del sector de la alta tecnología y, en un entorno en constante cambio que incluye tecnologías emergentes, un rápido crecimiento y clientes exigentes. Su característica más diferenciada es la gestión de un producto intangible y sus dificultades añadidas, el control del ciclo de vida del producto y el control de cambios y versiones. La figura 3.23 muestra el modelo de procesos de este negocio.

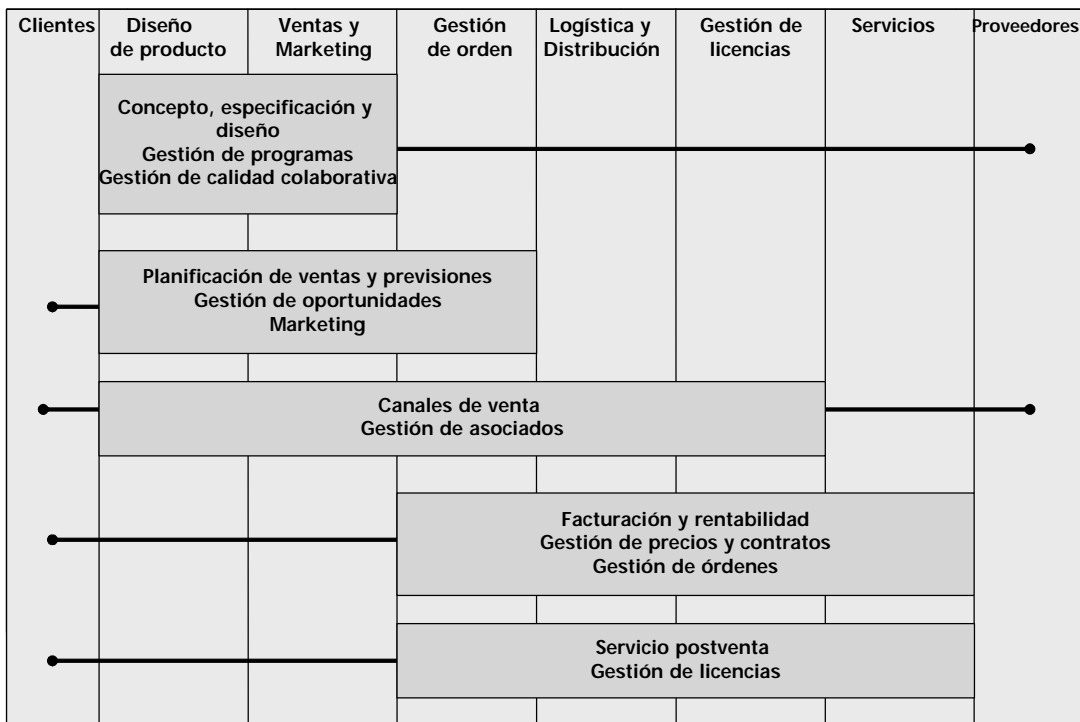


Figura 3.23 Modelo de procesos del negocio ‘Proveedores de software’

Industria química.

Este sector tiene unos retos particulares, principalmente, la gestión de complejos requisitos de fabricación, la gestión de precios para cumplir con las normativas de cada país, las regulaciones gubernamentales, el manejo de mercancía peligrosa, previsión de nuevos productos, grandes inversiones en investigación, gestión de recetas, planificación de campañas y seguimiento y control de todo el ciclo de vida del producto, desde el diseño hasta la distribución, contando con una compleja gestión del almacenamiento y transporte. La figura 3.24 muestra el modelo de procesos de este sector.

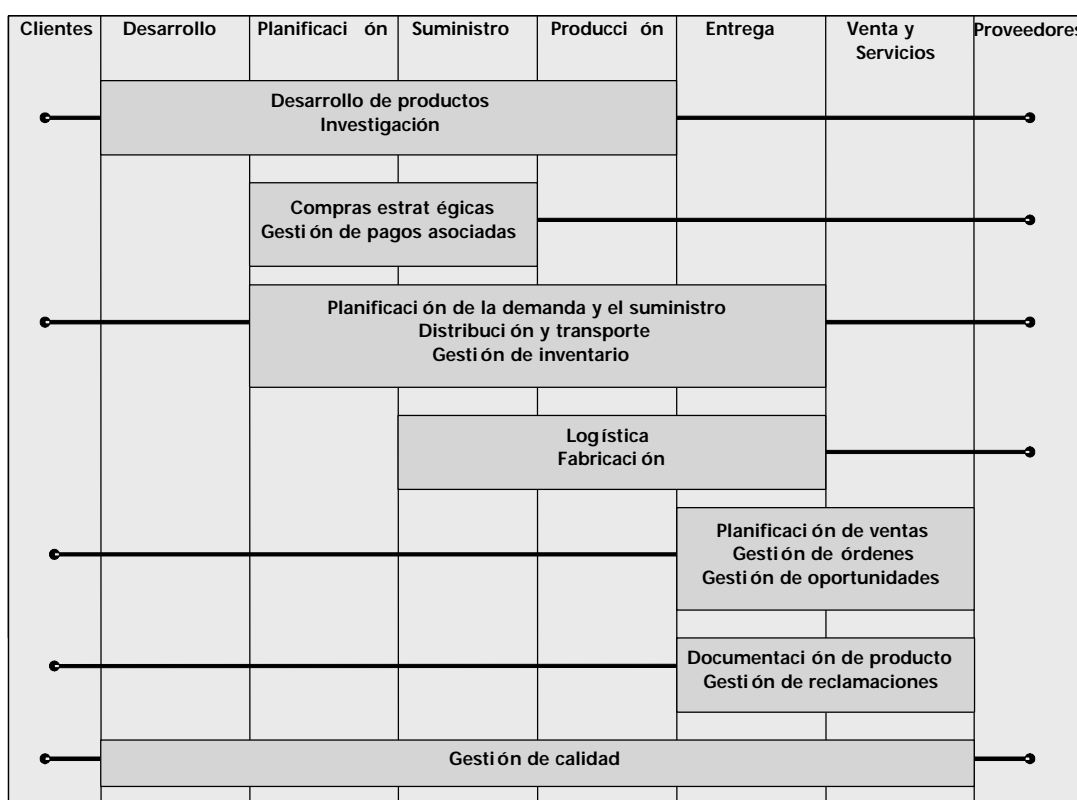


Figura 3.24 Modelo de procesos del sector 'Industria química'

Metal, Papel y Madera.

Este sector integra la gestión, bastante similar, de estos tres productos. Hoy día, las compañías productoras, se mueven más allá de servicios y productos tradicionales, incluyendo el uso de las nuevas tecnologías para mejorar la ejecución de negocios e intensificar el servicio de atención al cliente. Comprende segmentos tales como: materiales de construcción, papel y derivados forestales, muebles, fabricación de productos de metal, metales primarios y textil. Entre sus principales objetivos se encuentra maximizar la ejecución de su plan de producción, desarrollar la capacidad de ventas online, personalizar productos y programas complejos, lanzar productos en el

mercado de forma más rápida, conseguir pedidos rentables y atraer y mantener clientes. La figura 3.25 muestra el modelo de procesos de este sector.



Figura 3.25 Modelo de procesos del sector 'Metal, Papel y Madera'

Minería.

La minería se compone de múltiples procesos. Cada proceso presenta su propio conjunto de retos. Hoy en día, es necesario hacer frente a estos retos en un contexto de creciente regulación gubernamental, precios de consumo decrecientes y asuntos relacionados con el medio ambiente, la sanidad y la seguridad. Cada vez más, las operaciones de minería están recurriendo a la tecnología de la información para mejorar su efectividad de gestión y aumentar su rentabilidad. Entre sus funcionalidades clave se incluyen:

- ? Medio ambiente, salud y seguridad. Abarca la seguridad de los productos, gestión de bienes peligrosos, higiene y seguridad en la industria y gestión de residuos. Le permite integrar actividades de mantenimiento programadas, preventivas y basadas en condiciones.
- ? Minería y distribución primaria. Mantiene, optimiza y recoge datos de operaciones y calendarios de producción entregados.
- ? Ventas y distribución. Permite realizar un cálculo de precios exacto de materiales a granel, muestras y ensayos múltiples, así como facturas múltiples.

La figura 3.26 muestra el modelo de procesos de este sector.

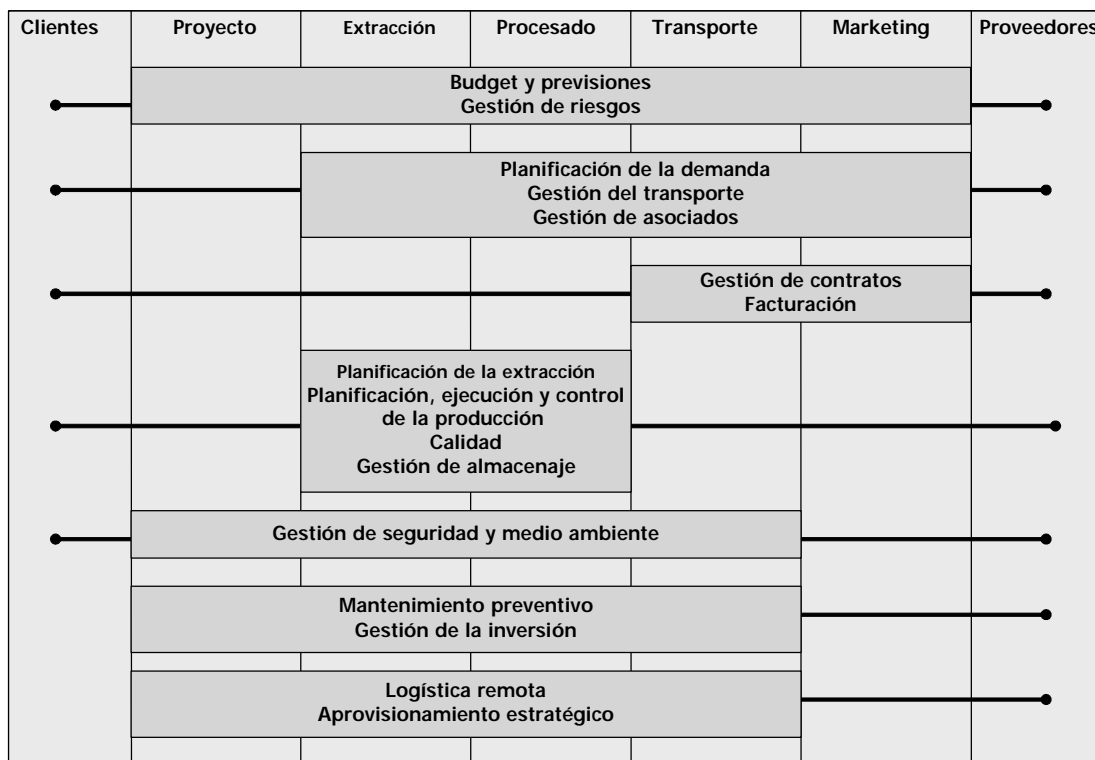


Figura 3.26 Modelo de procesos del sector ‘Minería’

Petrolíferas y Gas.

Este sector se dedica a la localización, extracción, transporte, refinamiento y comercialización de hidrocarburos (petróleo y gas). Es un sector complejo y con muchas implicaciones políticas y económicas externas, que debe mirar al futuro para controlar gastos y planificar unos beneficios económicos sostenibles, a la vez que aprovecha las situaciones. Entre las principales funciones se encuentran:

- ? Exploración y producción. Control de inversiones y gestión de plantas de extracción situadas en lugares remotos.
- ? Refinado y marketing. Seguimiento de la información implicada en la producción de combustibles, gas y lubricantes, así como el mezclado, las actividades petroquímicas y el envasado.
- ? Distribución. Planificación de oferta y demanda, planificación de interconexión y transporte, programación, planificación operacional y comunicación con los transportistas.
- ? Estaciones de servicio. Red de comunicación y control de estaciones de servicio con las oficinas centrales.

La figura 3.27 muestra el modelo de procesos de este sector.

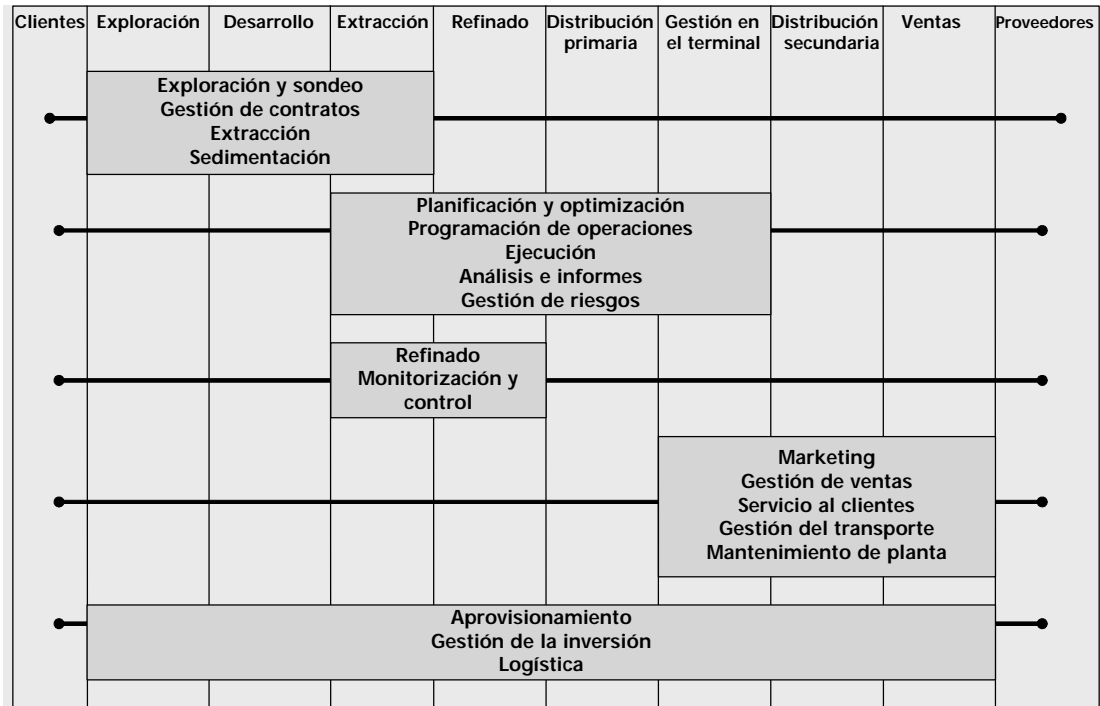


Figura 3.27 Modelo de procesos del sector ‘Petrolíferas y gas’

Sector farmacéutico.

El sector farmacéutico es cada vez más complejo y se ve afectado por factores externos y gubernamentales. Incluye un importante control de inversión y gestión de la investigación como factores diferenciales. Sus procesos principales son:

- ? Gestión de clientes. Estudio de clientes potenciales y de cuota de mercado. Planificación y ejecución de campañas de ventas y marketing.
- ? Cadena de suministro. Fabricación ininterrumpida, planificación de suministro y producción, manejo de mercancías peligrosas, registro de lotes, gestión de unidades y de recetas y control de versiones.
- ? Gestión de contratos, presupuestos y devoluciones. Rapidez, cálculo de precios, firma electrónica y registros de control, centros integrados para sistemas de control de procesos y procesos automatizados para controlar la aprobación de datos.
- ? Administración de I+D. Gestión del lanzamiento al mercado con planificación global de proyectos, programación y seguimiento de hitos. Optimización de la inversión con la gestión de cartera y colaboración e intercambio de información.

La figura 3.28 muestra el modelo de procesos de este sector.

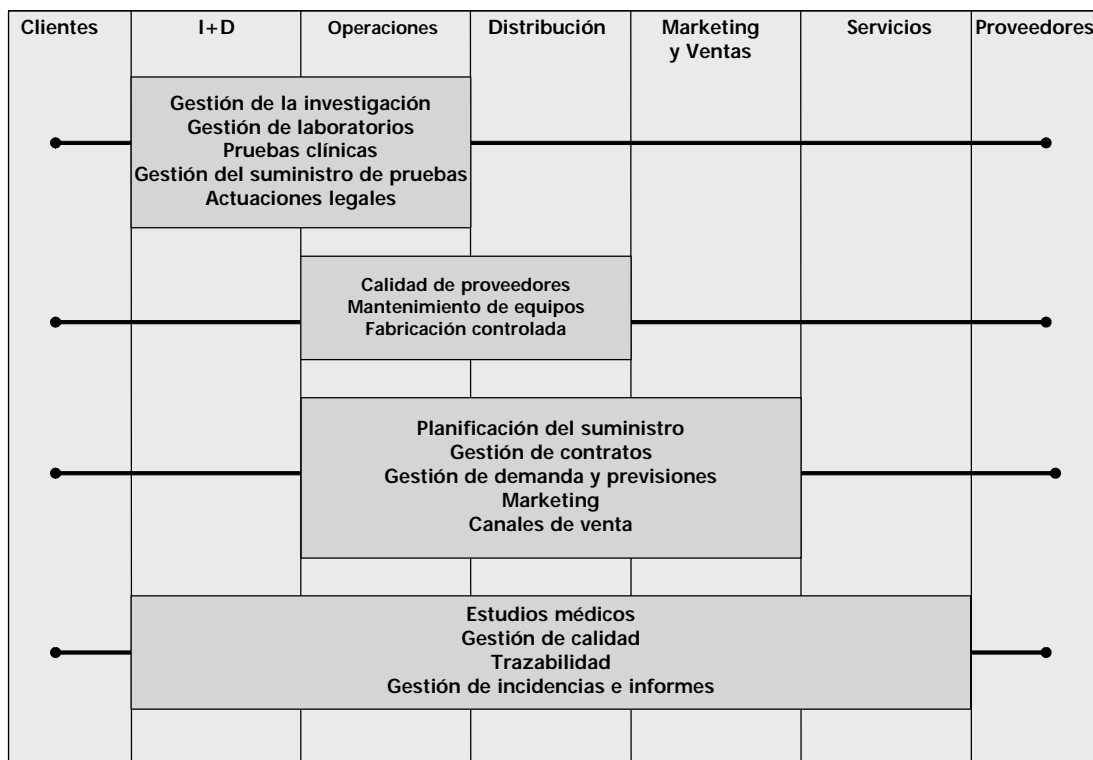


Figura 3.28 Modelo de procesos del sector ‘Farmacéutico’

Productos de consumo.

Es un sector cambiante y cada vez más exigente. Los compradores esperan mejores productos, mayor variedad y un servicio más rápido y personalizado. En un instante pueden surgir nuevos mercados (con cambios de estrategia y recursos) y a continuación desaparecer. El mayor reto ir por delante en el mercado y responder a los exigentes y cambiantes requisitos de los clientes de una forma rápida y rentable. Entre sus principales procesos se incluyen:

- ? Ventas. Inclusión de nuevas tecnologías (móviles e internet). Buen acceso a la información para clientes y empleados remotos. Canales de venta y perfiles de cliente. Rapidez en la conversión de previsiones a pedidos. Facturación y comisiones.
- ? Gestión de Promociones Comerciales. Planificar, ejecutar y analizar promociones comerciales que maximicen resultados y minimicen costes.
- ? Gestión de categorías. Gestión rentable de todas las mercancías y selección de todas sus categorías. Gestión de marcas. Marketing y análisis del rendimiento por marcas y categorías. Configuración de precios y estrategias.

Dentro de este sector se encuentran negocios como: Alimenticio y Ropa y calzado; Cuidado personal y del hogar; Electrónica de consumo. Todos ellos tienen unos procesos bastante similares y se caracterizan por la rapidez, el cambio en los gustos del

consumidor, la necesidad de distribución, el control de calidad y la necesidad de explotar nuevas tendencias. La figura 3.29 muestra el modelo de procesos de este sector.

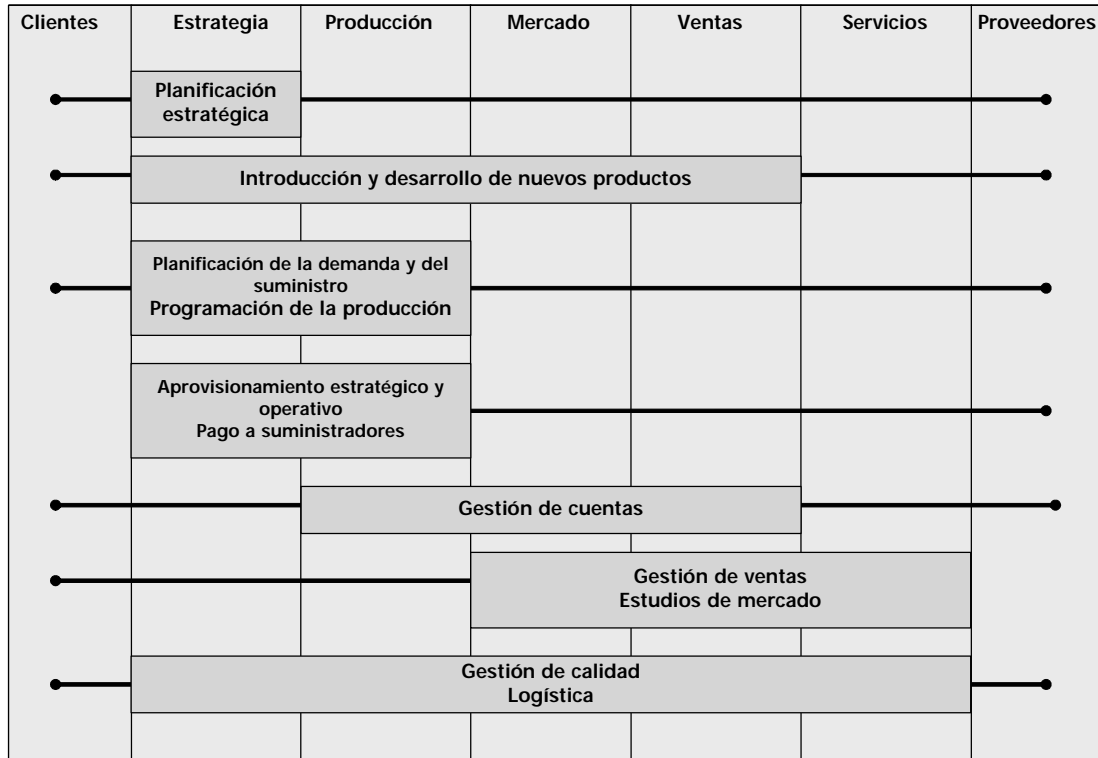


Figura 3.29 Modelo de procesos del sector 'Productos de consumo'

Operadores logísticos.

Este sector se centra en la competencia en mercados globales. Gestiona procesos de negocio como aprovisionamiento, almacenamiento, abastecimiento, devoluciones, logística de valor añadido, facturación y atención al cliente, siendo los principales la gestión de almacenes y de transportes. Cada vez integra servicios propios de sus clientes, que le son subcontratados por lo que debe adaptarse a las necesidades específicas de cada uno de ellos. Las funciones principales son:

- ? **Gestión de clientes.** Seguimiento de toda la información sobre socios y clientes, gestionar su cartera de servicios y analizar su rentabilidad para poder centrarse en los más rentables. Facilidades de obtención de información al cliente.
- ? **Operaciones logísticas.** Gestión del almacenamiento, el movimiento de las mercancías desde el pedido hasta la facturación al cliente. Visibilidad sobre los envíos y el inventario. Respuesta rápida a excepciones. Rendimiento de los transportistas.
- ? **Servicios de comercio global.** Asegurar el cumplimiento de la normativa y de los procesos de importación y exportación. Gestión del riesgo.

La figura 3.30 muestra el modelo de procesos de este sector.

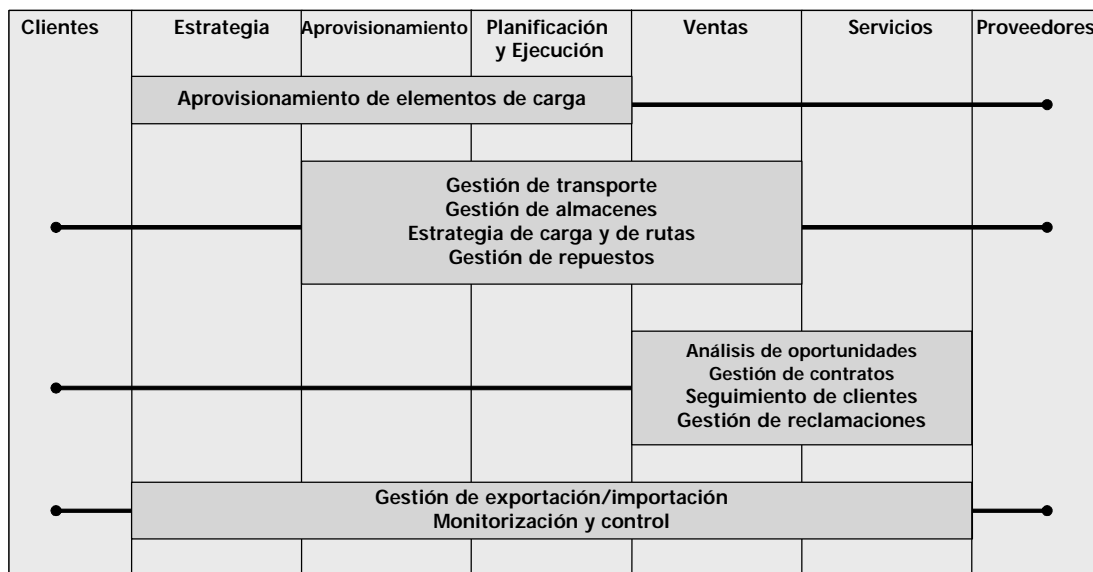


Figura 3.30 Modelo de procesos del sector ‘Operadores logísticos’

Medios de comunicación.

El sector de los medios de comunicación está experimentando un cambio rápido y radical impulsado en gran parte por Internet, la publicación online y la emisión digital. Es importante sacar el máximo partido de cada una de las oportunidades que ofrecen las tecnologías de comunicación existentes y emergentes. Las funcionalidades clave de este sector son:

- ? Ventas y Distribución. Clasificación de productos por canales de distribución. Orientarse a nichos de mercado.
- ? Gestión de publicidad. Venta, reserva y facturación de anuncios en cualquier medio.
- ? Desarrollo de productos. Desarrollo de contenidos y productos específicos para cada medio de comunicación coordinando todo el ciclo de vida del producto. Ofrecer productos y servicios personalizados.
- ? Gestión de la propiedad intelectual. Gestión exhaustiva, integrada e interempresarial de la propiedad intelectual. Contabilidad y auditoria precisas para el cobro de derechos de autor. Gestión de contratos de adquisición y venta de la propiedad intelectual disponible.

Dentro de este sector distinguimos dos negocios con procesos diferentes:

- ? Comunicación. Incluye radio y televisión, periódicos y revistas y entretenimiento (principalmente cine y espectáculos). La figura 3.31 muestra el modelo de procesos de este negocio.

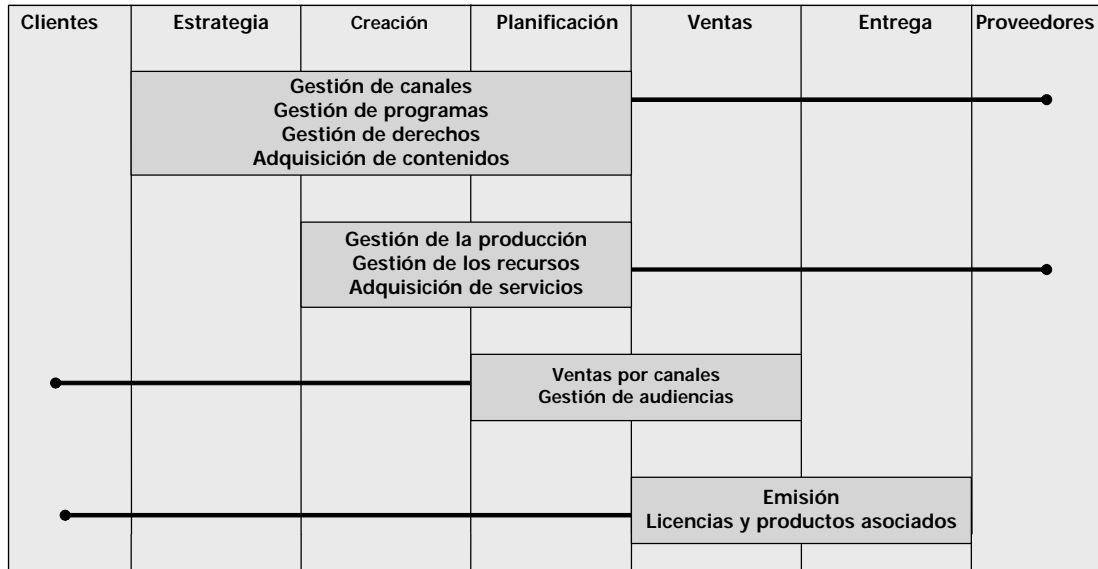


Figura 3.31 Modelo de procesos del negocio ‘Comunicación’

? Publicidad. La figura 3.32 muestra el modelo de procesos de este negocio.

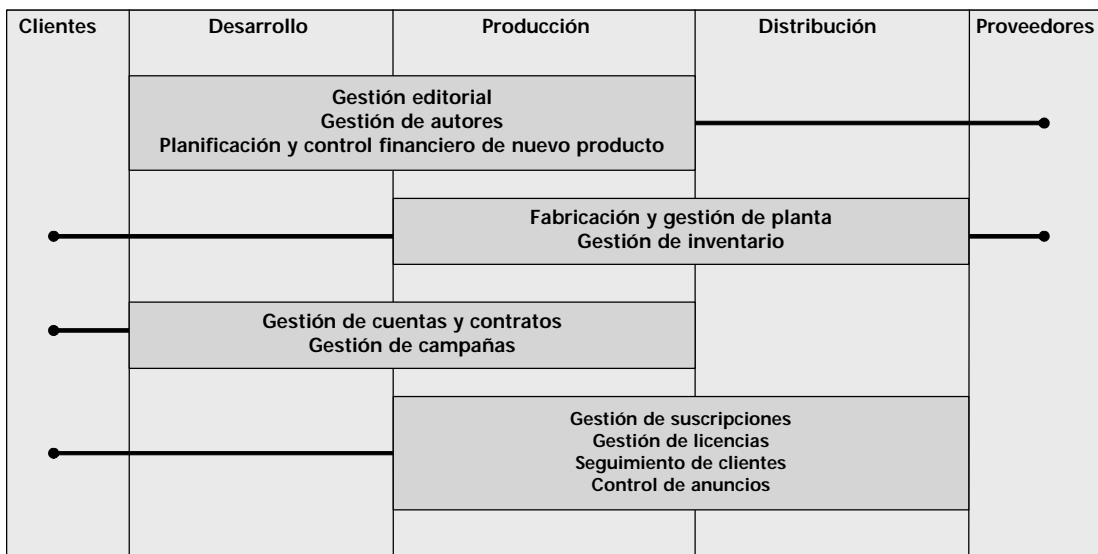


Figura 3.32 Modelo de procesos del negocio ‘Publicidad’

Servicios profesionales.

Este sector es muy variado pero se caracteriza por la gestión de empresas de muy diversos tamaños, a veces muy pequeñas, que proporcionan servicios muy determinados. En este sector se incluyen despachos de abogados y de consultoría de todo tipo. Sus funciones incluyen la definición de tarifas, gestión de contratos, búsqueda y relaciones con consultores adecuados y con el personal y gestión de costes y facturas. Entre los procesos de negocio que utiliza destacamos:

? Ventas y marketing. Definición de objetivos y gestión de oportunidades.

- ? Gestión de recursos. Asignación de las personas correctas al proyecto adecuado y en el momento oportuno.
- ? Determinación de precios y contratos. Tarifas, ofertas y licitaciones. Gestión de contratos y su flujo de ingresos.
- ? Ejecución y gestión de proyectos. Planificación, ejecución, gestión y análisis de proyectos. Costes por proyecto.
- ? Gestión de proyectos. Con acceso a historiales de clientes y proyectos, a la vez que fomenta la colaboración efectiva y la transferencia de conocimientos.

La figura 3.33 muestra el modelo de procesos de este sector.

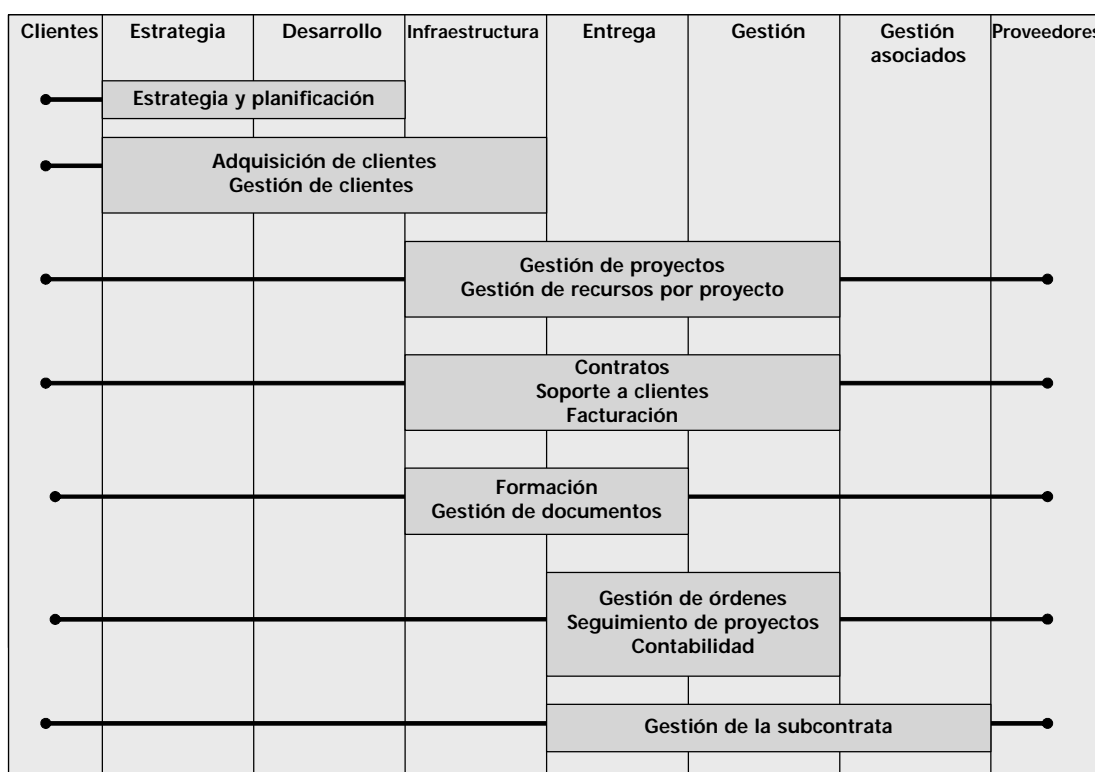


Figura 3.33 Modelo de procesos del sector 'Servicios profesionales'

Distribución comercial.

Servicio más flexible y de calidad, mayor exigencia del cliente, gestión de inventarios, distribución y reposición, gestión de múltiple canales de venta y de mano de obra. Estas son algunas características que deben cumplir varios segmentos de mercado que se encuadra en este sector y que destacamos, no por tener procesos diferentes, si no por su importancia y extensión: las empresas de alimentación, deben centrarse en la distribución rápida y adecuada, la disminución de stocks y el análisis de previsiones y carga de trabajo; las empresas de bienes de consumo duraderos, se centran más en un servicio al cliente personalizado y la gestión de precios; las empresas textiles

incluyen la gestión por temporadas y la distribución multicanal. La figura 3.34 muestra el modelo de procesos de este sector.

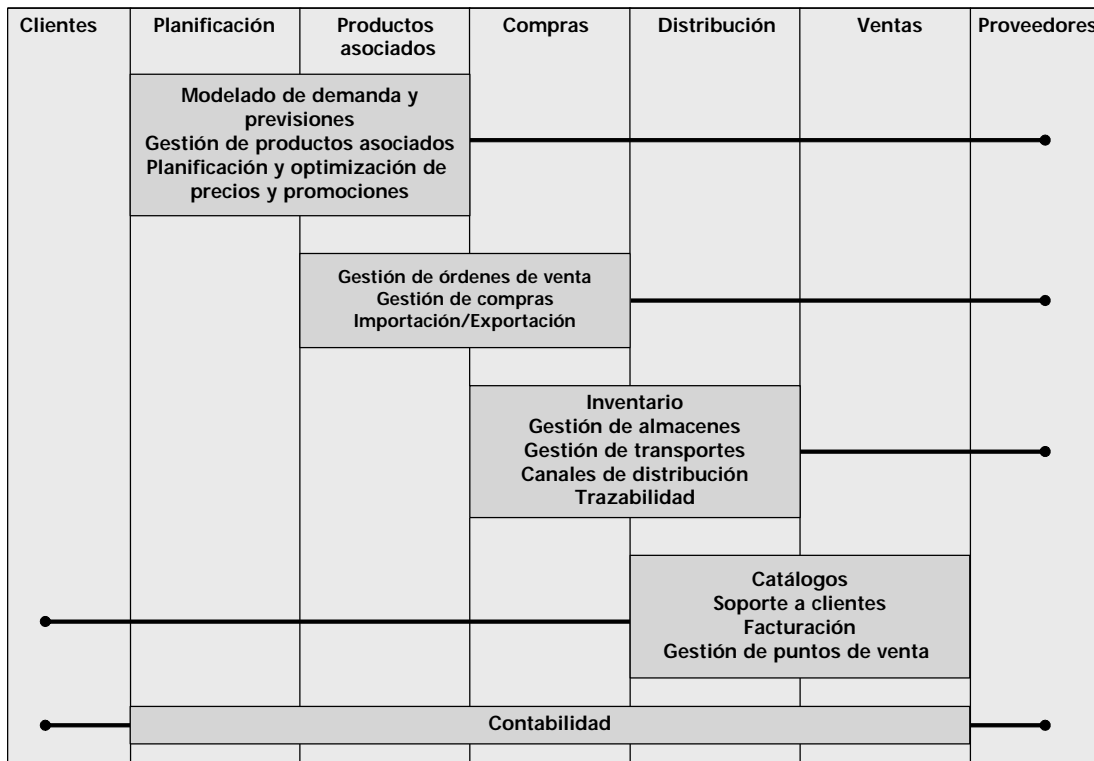


Figura 3.34 Modelo de procesos del sector 'Distribución comercial'

Telecomunicaciones.

Sector en constante evolución: desregulación, banda ancha, comunicaciones móviles, e-business, etc. Las funcionalidades clave incluyen:

- ? Gestión de relaciones con clientes. Actividades que van desde el marketing hasta los servicios, pasando por las ventas. Su objetivo principal es aumentar la lealtad de los clientes y los ingresos por cliente mediante la oferta de productos y servicios personalizados, sin olvidar captar nuevos clientes desde otros segmentos.
- ? Contabilidad de contratos. Función compleja en este sector por la variedad de posibilidades y tarifas.
- ? Facturación convergente. Igualmente, proceso complejo y personalizado. Facturación de múltiples productos y descuento entre productos.

La figura 3.35 muestra el modelo de procesos de este sector.

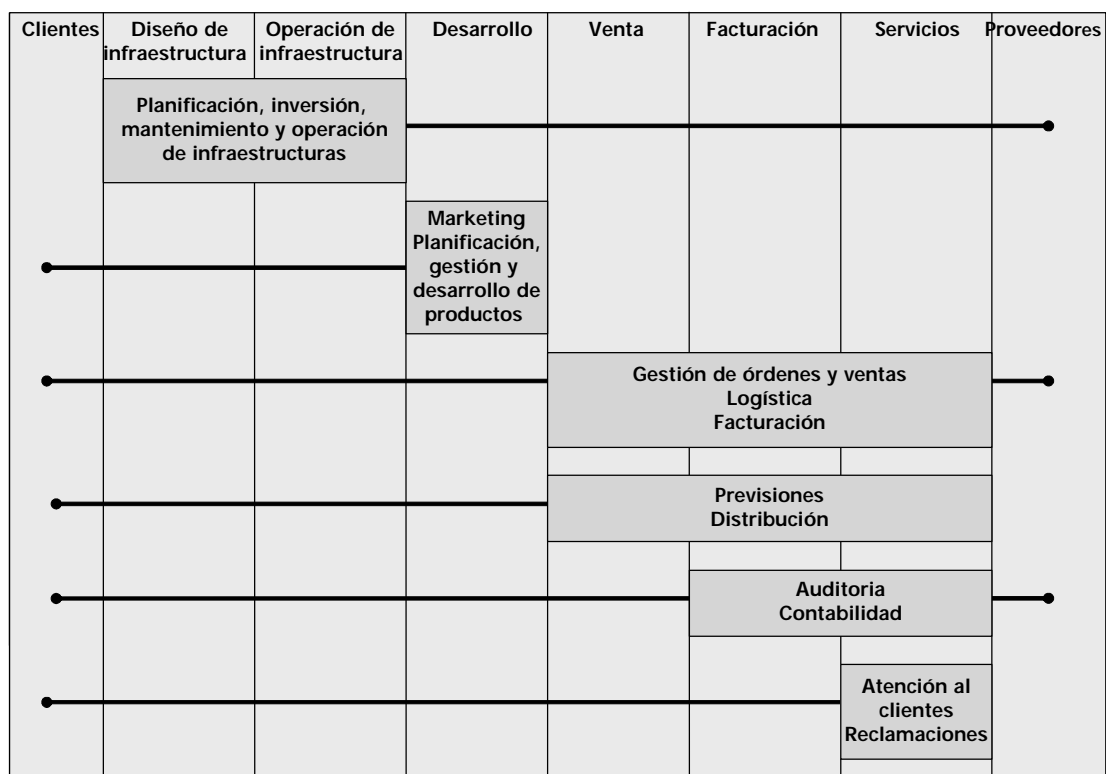


Figura 3.35 Modelo de procesos del sector ‘Telecomunicaciones’

Servicios públicos.

Las empresas tradicionales de servicio público se están adaptando a las nuevas tecnologías, la liberalización y las preocupaciones medioambientales lo que se traducen en proyectos más complejos y en clientes que eligen lo más rápido, lo más barato y la mayor flexibilidad en las relaciones con los proveedores. Abarca procesos diferentes, desde la generación hasta la transmisión y distribución, instalación y gestión de ingresos. Sus retos principales son mejorar la atención al cliente, perfeccionar la seguridad, aumentar la amortización de las inversiones y salvaguardar la rentabilidad. Entre sus funciones destacamos:

- ? Gestión de relaciones con los clientes, centros de soporte y ayuda, comunicación rápida y por nuevos medios (internet, móvil, etc.).
- ? Planificación y mejora de la utilización de recursos humanos, como revisiones, reparaciones, lectura de contadores, etc. Uso de nuevas tecnologías de apoyo al personal, como ordenadores portátiles, de mano y dispositivos WAP.
- ? Facturación flexible. Personalización de los procesos de facturación para adaptarse a las necesidades de cada cliente. Facturación separada y consolidada de acuerdo con los requisitos locales de liberalización.
- ? Gestión de datos de energía. Creación de perfiles de carga y datos de consumo.
- ? Generación de informes y estudios legales según el entorno local y nacional.

Hemos subdividido este sector en varios negocios lo suficientemente importantes para considerarlos de forma separada:

? Electricidad, agua y gas. La figura 3.36 muestra el modelo de procesos de este negocio.

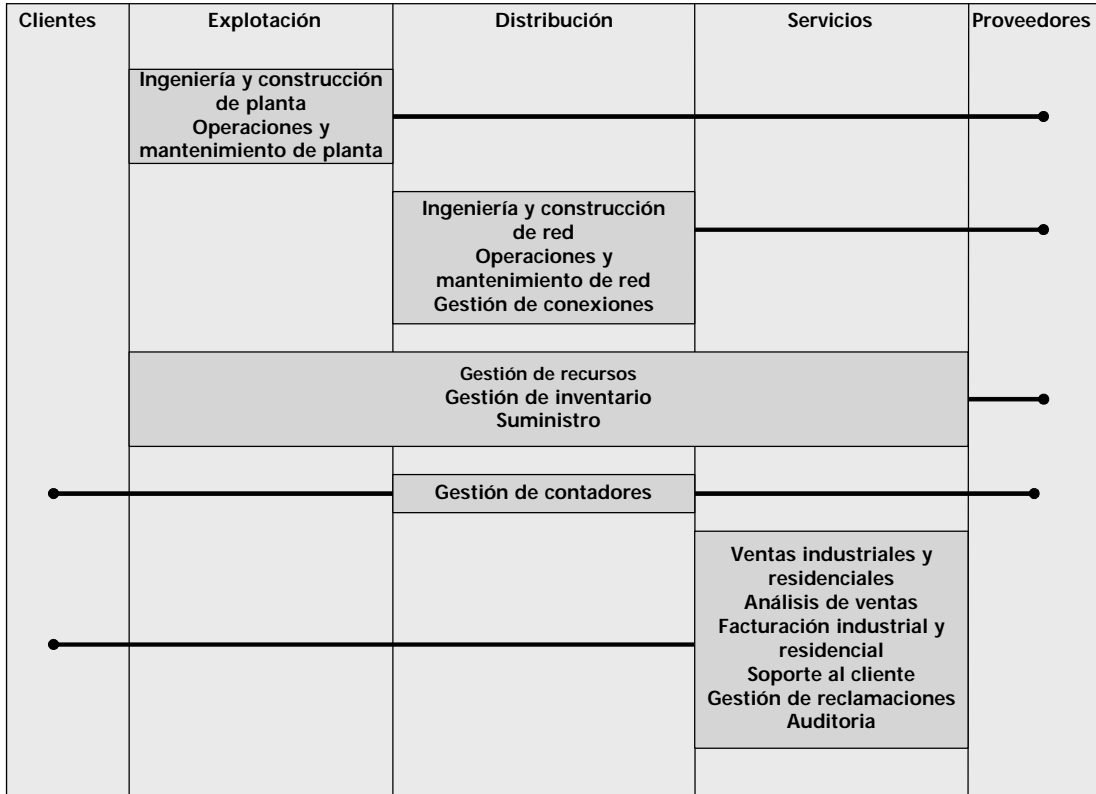


Figura 3.36 Modelo de procesos del negocio ‘Agua y gas’

? Reciclaje y gestión de residuos. La figura 3.37 muestra el modelo de procesos de este negocio.

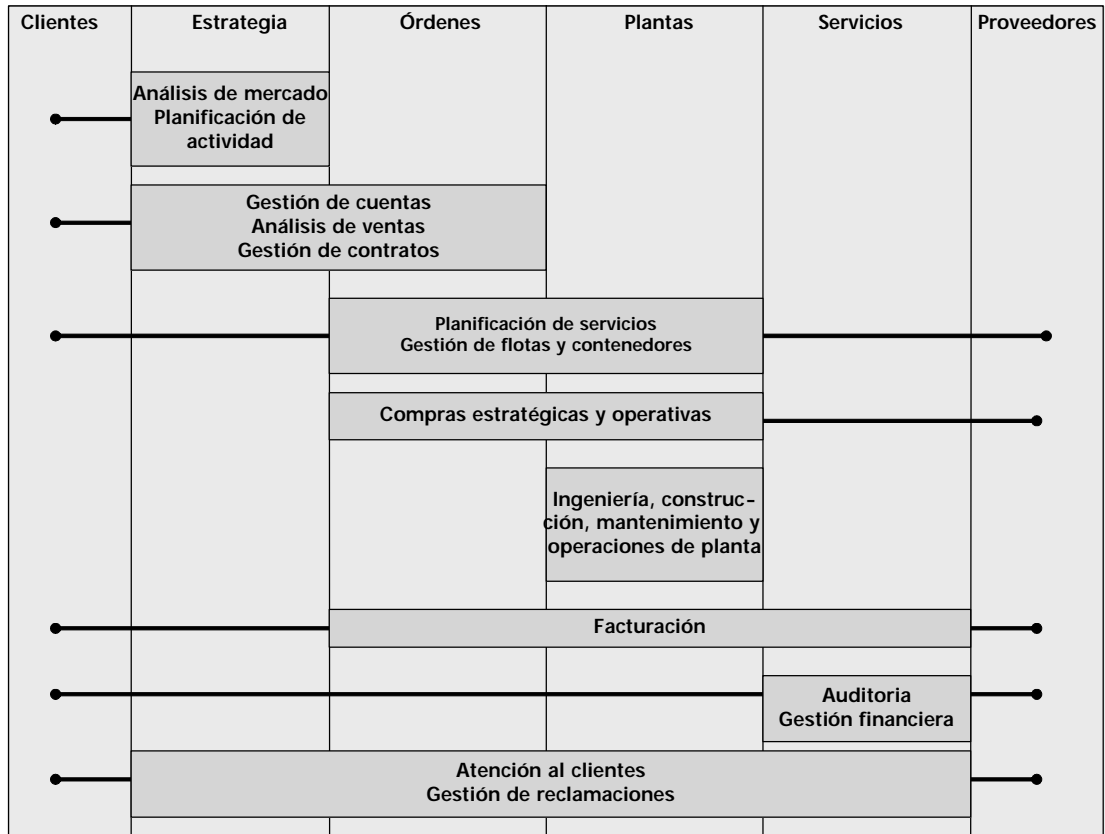


Figura 3.37 Modelo de procesos del negocio ‘Reciclaje y gestión de residuos’

? Servicios postales. La figura 3.36 muestra el modelo de procesos de este negocio.

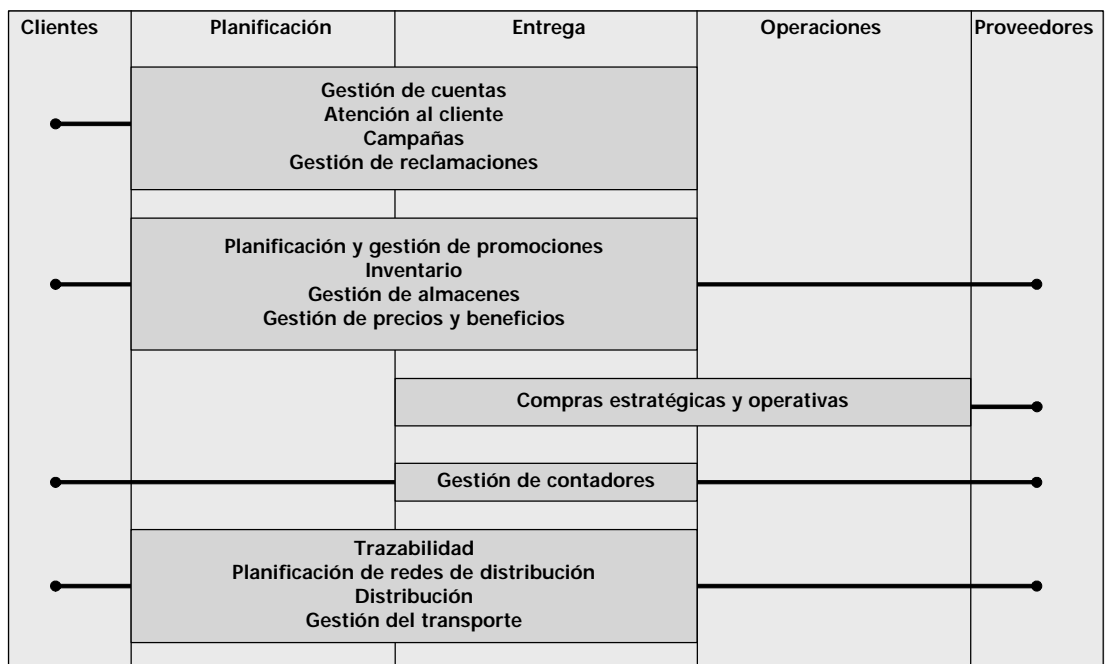


Figura 3.38 Modelo de procesos del negocio ‘Servicios postales’

? Ferrocarriles. La figura 3.39 muestra el modelo de procesos de este negocio.

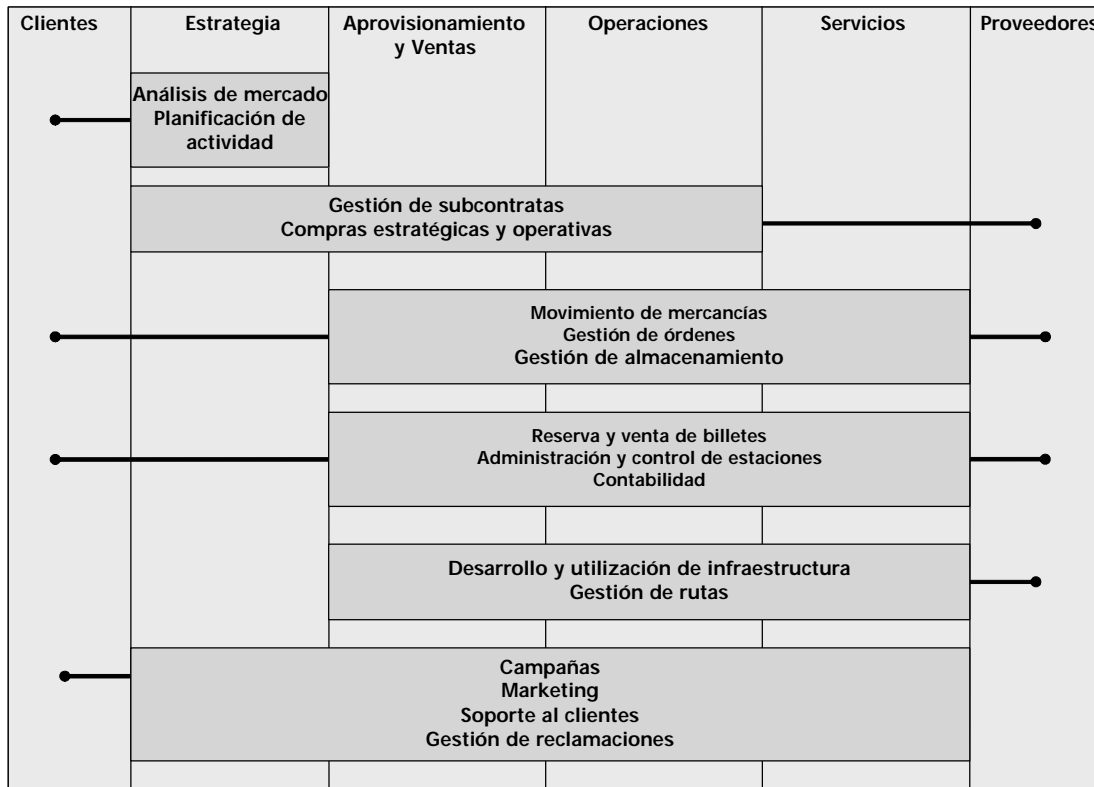


Figura 3.39 Modelo de procesos del negocio 'Ferrocarriles'

Distribución mayorista.

En este entorno encontramos tanto empresas medianas como grandes distribuidores mayoristas de una amplia gama de sectores industriales, entre los que se encuentran alimentación, industrial o la asistencia sanitaria. Las funcionalidades clave para dar soporte a este sector son:

- ? Planificación estratégica, planificación de marketing y de las ventas y los servicios que consigan la fidelización de los clientes a través de varios canales de ventas y servicios.
- ? Planificación de la cadena de suministro a medio plazo. Es posible realizar una planificación de la demanda y del suministro para mantener o mejorar los niveles de servicio, reducir la inversión en stock e identificar las tendencias a corto y a medio plazo. Las previsiones de capacidad contribuyen a la utilización óptima y rentable de las flotas de transporte.
- ? Gestión con los proveedores desde el aprovisionamiento al pago.
- ? Gestión de almacenes, complejos procesos de entrada y de salida de mercancías.

La figura 3.40 muestra el modelo de procesos de este sector.

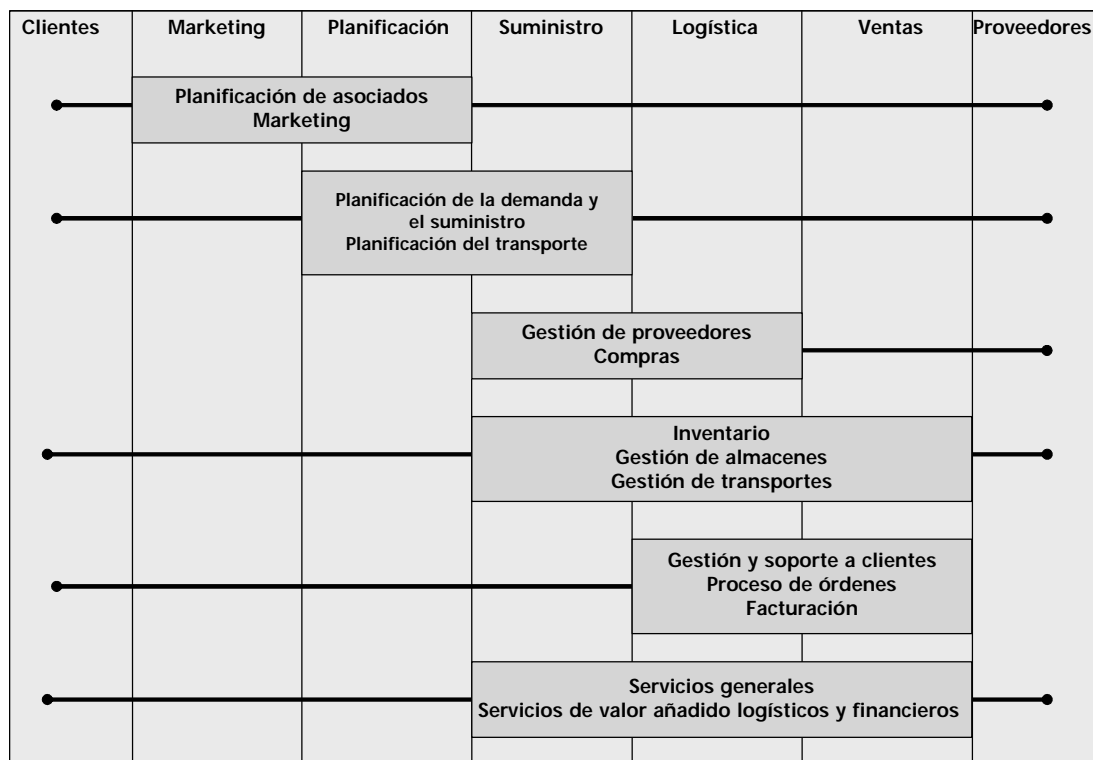


Figura 3.40 Modelo de procesos del sector ‘Distribución mayorista’

Entidades financieras.

El sector bancario, genéricamente, se enfrenta a una economía global, cada vez más competitiva, clientes cada vez más exigente y volátiles, cambios en la legislación, fusiones, extensión de las operaciones bancarias a Internet, etc. Podemos distinguir tres grandes grupos de funciones: la gestión bancaria orientada al cliente, el núcleo de la gestión bancaria y la gestión empresarial:

- ? Gestión de las relaciones con el cliente. Marketing dirigido a grupos específicos de clientes con el soporte de amplias herramientas analíticas. Gestión rápida y eficaz de la información sobre cada cliente. Flexibilidad, adaptación y rapidez de respuesta. Integración de gestión por Internet.
- ? Actividades principales del sector bancario. Procesamiento de transacciones orientado al cliente, en tiempo real y de una forma más rápida y rentable. Mayor rapidez en el desarrollo y la introducción de nuevos productos y servicios mediante una amplia gama de canales de distribución. Infraestructura escalable y flexible. Adaptación a normativas, control y auditorías.
- ? Gestión empresarial. Aumento de la rentabilidad mediante toma de decisiones empresariales basadas en información consistente. Identificar, medir y gestionar los riesgos del mercado y de demora en toda la entidad. Simulaciones de pérdidas y ganancias, liquidez, posicionamiento global de activos y cálculo del valor actual neto en cualquier período de tiempo y en cualquier tipo de escenario.

La figura 3.41 muestra el modelo de procesos de este sector.

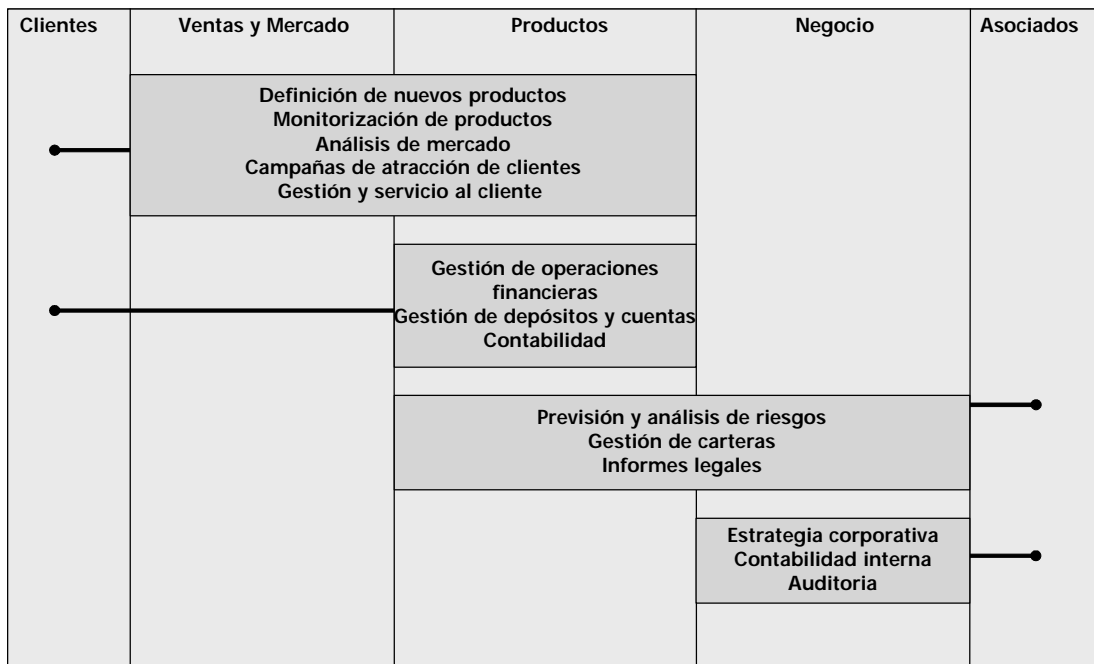


Figura 3.41 Modelo de procesos del sector ‘Entidades financieras’

Entidades aseguradoras.

Este sector agrupa a compañías de seguros de diversos tamaños y entornos. Los consumidores exigen cada vez más productos personalizados, adaptados a sus necesidades individuales y un alto nivel de servicio. Su objetivo principal, por tanto, es el cliente: desde el primer contacto hasta la gestión de pólizas y productos, las recaudaciones y desembolsos y la gestión de reclamaciones. Todo esto sin olvidar el control de costes y rendimiento. Incluye las siguientes funciones:

- ? Gestión de cobros y pagos. Varias modalidades de pagos y cobros. Gestión de procedimientos de reclamaciones. Cálculo de intereses de planes de reclamaciones y pagos fraccionados. Soporte a cobros realizados por intermediarios.
- ? Gestión de incentivos y comisiones. Múltiples formas de remuneración de las ventas, incluyendo comisiones, honorarios de corretaje, participación en los beneficios y bonificaciones. Cálculo de comisiones e incentivos mediante objetos (por ejemplo, pólizas de seguros), actividades (ventas, renovaciones o cancelaciones) o atributos (por ejemplo tipo de cobertura del seguro, duración de la póliza o importe de la prima).
- ? Gestión de reclamaciones: Gestión rápida e integrada de reclamaciones con procesos de cobros y pagos. Comunicación con peritos.
- ? Gestión de pólizas y productos. Gestión de la información sobre pólizas y productos relacionada con tarifas, comisiones, cancelaciones, etc.

- ? Gestión de Reaseguros. Coordinación con asociados. Gestión de todo tipo de reaseguros (internos y externos; proporcionales y no proporcionales; facultativos y obligatorios; pasivos y activos). Cálculo y liquidación de primas y resolución de reclamaciones según estándares internacionales.
- ? Gestión de las relaciones con los clientes. Entorno colaborativo de intercambio de datos sobre clientes entre compañías asociadas. Facilitar al cliente el acceso a información propia o sobre la compañía a través de nuevos canales de comunicación.

La figura 3.42 muestra el modelo de procesos de este sector.

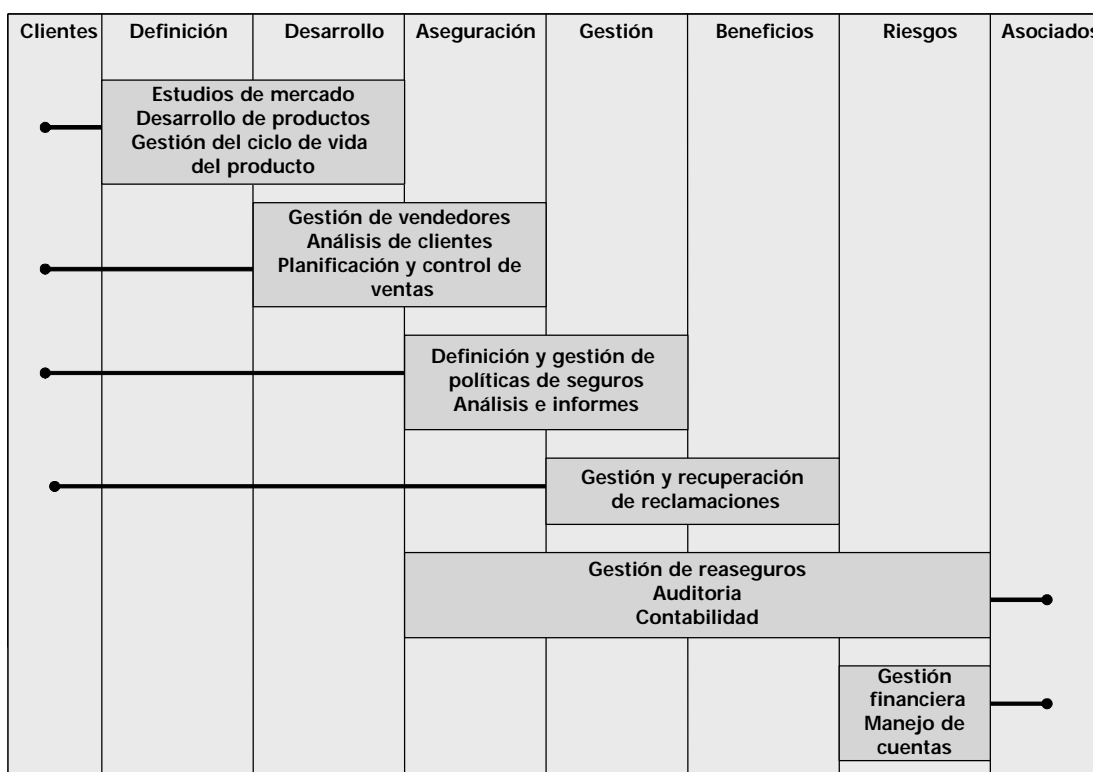


Figura 3.42 Modelo de procesos del sector ‘Entidades aseguradoras’

Sanidad.

La asistencia sanitaria es un sector complejo y delicado, en el que el control de calidad y las inversiones son cruciales. Entre los procesos clínicos y administrativos destacamos:

- ? Gestión de pacientes. Gestionar y coordinar la asistencia al paciente, desde la preinscripción y la asignación de camas hasta el alta del paciente, pasando por diagnósticos y terapias. Gestión de documentación privada. Gestión de donantes. Facturación.
- ? Gestión de personal. Formación, turnos, intercambios con médicos externos y expertos, planificación de recursos. Compartir recursos y procesos con otros organismos.

- ? Logística de hospitales. Gestión de almacenes. Control de materiales peligrosos. Gestión de compras, administrativa y de contabilidad. Mantenimiento de instalaciones. Gestión de costes. Simplificar sus procesos administrativos, financieros y de aprovisionamiento Reducir costes gracias a un bajo coste total de propiedad, ciclos de facturación y cobro más rápidos y gestión eficaz de RRHH

Teniendo en cuenta sus procesos vamos a dividir este sector en dos negocios con funciones diferentes:

- ? Redes de salud colaborativas. Incluye relaciones entre hospitales, sector farmacéutico, salud pública, fundaciones, laboratorios y asistencia social. La figura 3.43 muestra el modelo de procesos de este negocio.

Cientes	Regulación	Planificación	Prevención	Tratamiento	Control	Proveedores
●	Investigación y desarrollo Planificación del staff médico Relación entre las instituciones Budget					●
●	Planificación y puesta en marcha de programas de prevención de salud pública Planificación de servicios					
●			Información y servicio al ciudadano y pacientes			
●			Gestión colaborativa de pacientes Gestión integrada de diagnostico, tratamiento y cuidados			
●				Gestión de calidad colaborativa		●
●				Adquisición de medicamentos Monitorización de los resultados médicos Análisis e informes		●

Figura 3.43 Modelo de procesos del negocio ‘Redes de salud colaborativas’

- ? Hospitales. Incluye funciones logísticas, gestión de ambulancias y pacientes. La figura 3.44 muestra el modelo de procesos de este negocio.

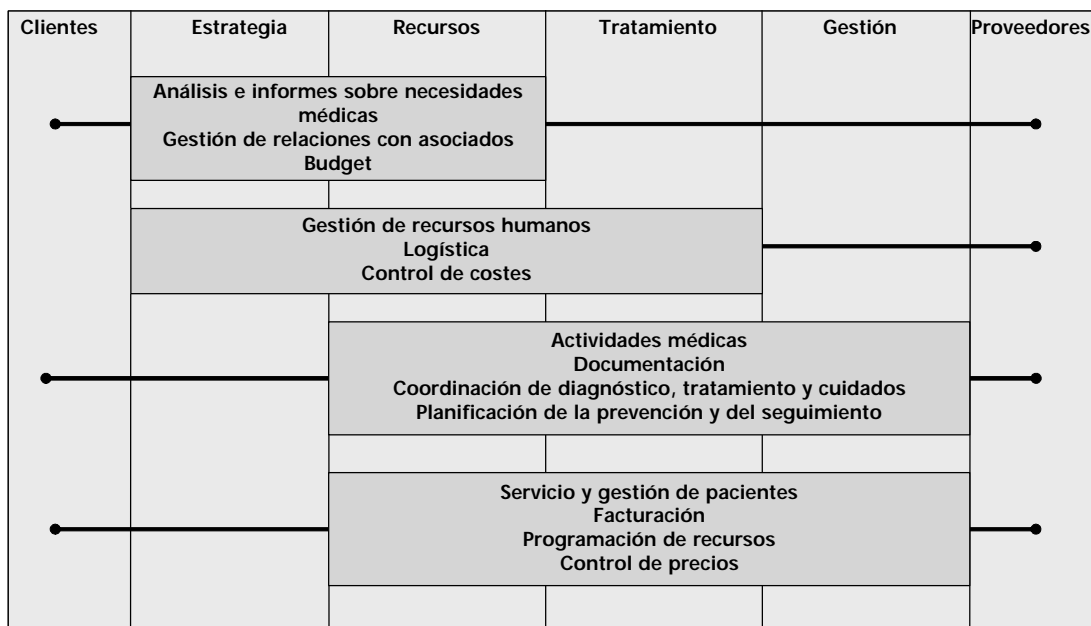


Figura 3.44 Modelo de procesos del negocio 'Hospitales'

Educación superior e Investigación.

Las instituciones de enseñanza superior y de investigación deben realizar sus actividades sin abandonar la racionalización de los procesos, la mejora del desarrollo académico y la gestión de los presupuestos y de las subvenciones. Las instituciones de enseñanza superior se encuentran bajo una presión sin precedentes: Responder a las necesidades de estudiantes y empleados, hacerse cargo de las demandas de una reforma educativa, ajustar los presupuestos sin perder adaptabilidad y aprovechar las oportunidades de ingresos por subvenciones. Sus funciones principales se refieren a:

- ? Gestión del Campus, que incluye enseñanza, planificación de eventos, alumnos, administración, gestión del personal, de la organización y de los puestos de trabajo.
- ? Investigación. Incluye necesidades diferentes de la gestión de la enseñanza: grupos de investigación, patentes, publicaciones, intercambios de personal y de información entre centros, etc.
- ? Gestión de compras y gestión de materiales, verificación de facturas y gestión del almacén.
- ? Enlaces directos con funcionalidades de gestión de fondos, contabilidad financiera y contabilidad gerencial. Gestión presupuestaria y financiera completa de toda la institución. Control de costes y análisis de retorno de la inversión.
- ? Gestión del conocimiento que abarca el acceso, creación y edición Web, evaluación del rendimiento, gestión documental, herramientas de flujos de trabajo y trabajo en grupo.

? Inclusión de técnicas, herramientas y métodos de e-learning, posibilitando enseñanza, seguimiento y evaluación personalizada, así como acceso a alumnos geográficamente alejados o aislados.

Como se desprende de la lista de funciones anteriores vamos a dividir este sector en dos negocios con procesos y características diferentes:

? Educación superior. La figura 3.45 muestra el modelo de procesos de este negocio.

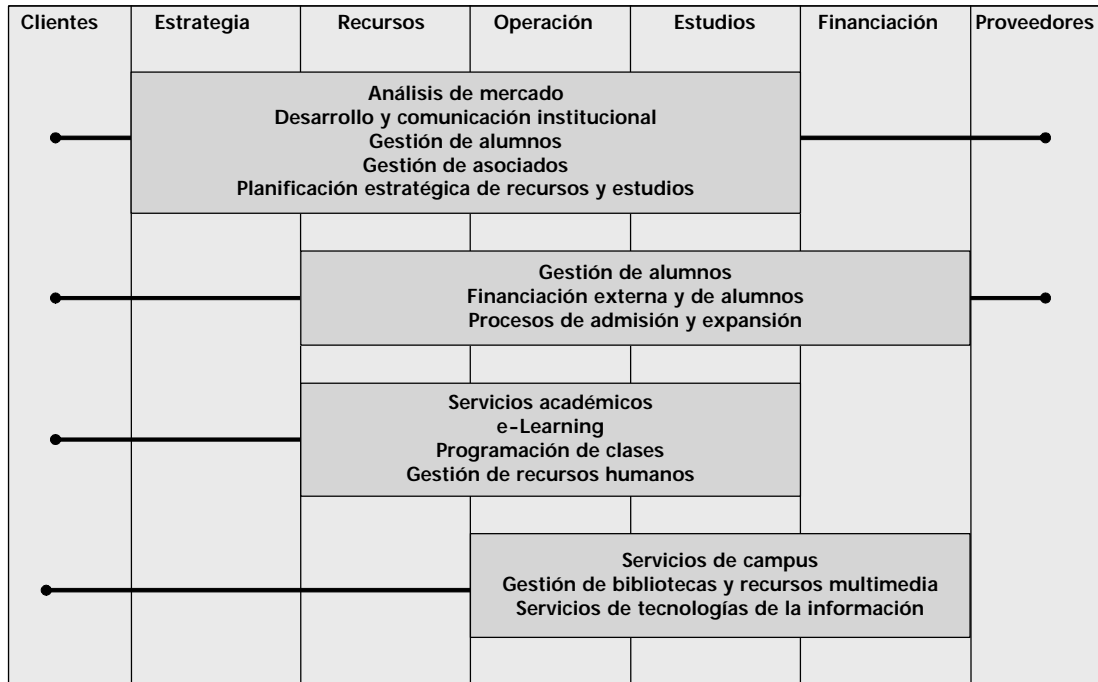


Figura 3.45 Modelo de procesos del negocio ‘Educación superior’

? Investigación. La figura 3.46 muestra el modelo de procesos de este negocio.

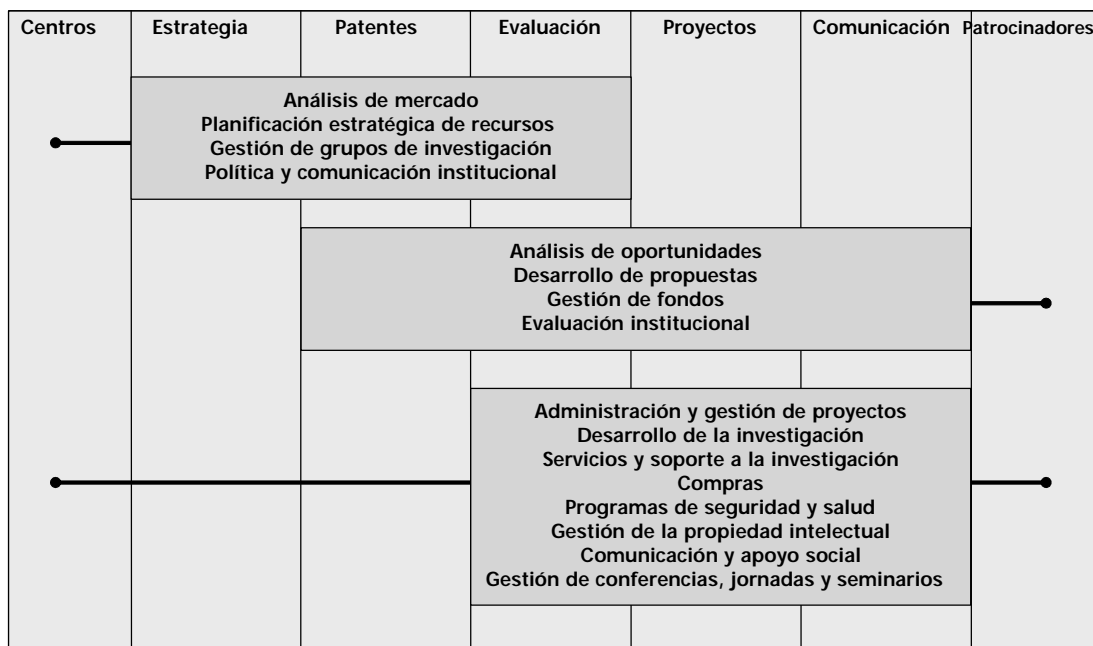


Figura 3.46 Modelo de procesos del negocio ‘Investigación’

Sector público.

Es un sector en el que el servicio al ciudadano es la clave. Desde la gestión de impuestos e ingresos hasta los servicios electorales o la gestión de peticiones y recursos. Es un sector que abarca múltiples tareas. Adaptarse a las nuevas tecnologías, comunicación entre administraciones y con el ciudadano y los proveedores. Funciones y características clave:

- ? Gestión del ciudadano. Servicios de intercambio de información. Gestión de registros.
- ? Gestión de impuestos e ingresos. Contabilidad, pagos y facturación.
- ? Finanzas y administración. Gestión integrada de fondos, gestión de subvenciones y gestión de recursos humanos. Gestión de costes. Gestión de proveedores.
- ? Gestión de bibliotecas y archivos.
- ? Gestión de recursos. Mantenimiento de instalaciones y equipos y también la administración de propiedades.

La figura 3.47 muestra el modelo de procesos de este sector.

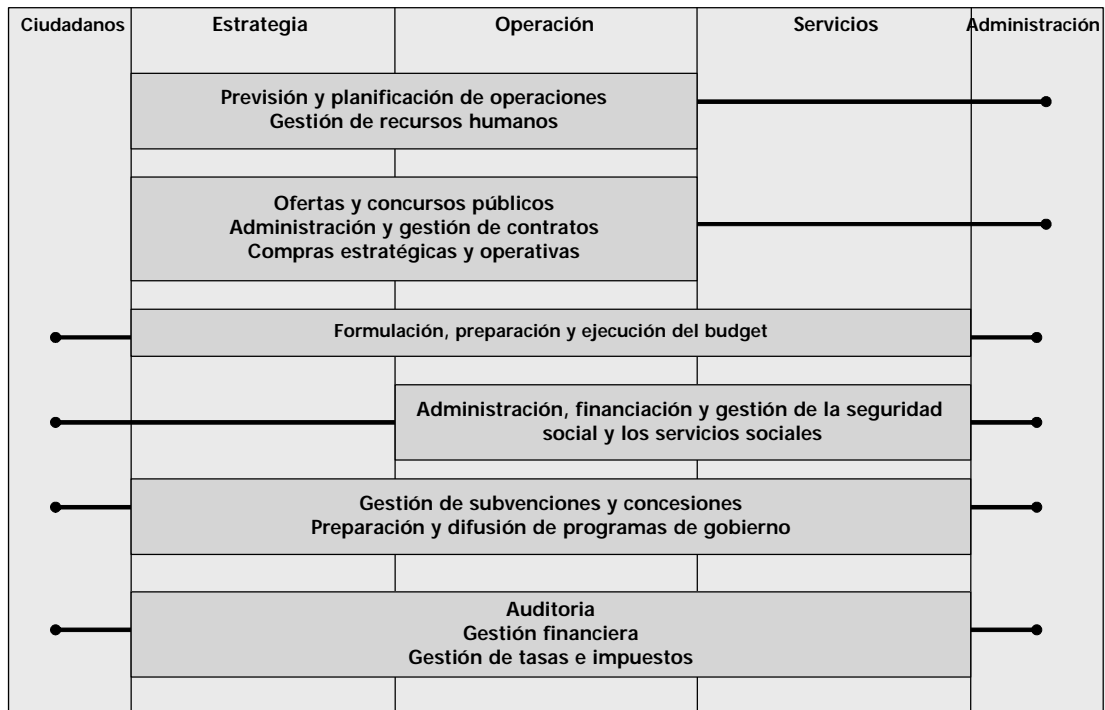


Figura 3.47 Modelo de procesos del sector ‘Sector público’

Después de haber detallado la clasificación jerárquica y para finalizar, controlaremos como la taxonomía creada cumple con unas características que garantizan su fiabilidad, precisión y continuidad:

- ? Debe poseer características clave. En general, deben considerarse al clasificar, las características más útiles, aquellas que miden las similitudes relevantes teórica y prácticamente entre estrategias de empresa. Dado que la taxonomía integra grandes grupos de empresas, algunas características se han considerado prioritarias para su selección: describen objetivos principales de una empresa, diferencian según tecnología desarrollada y según segmentos de mercado objetivo y tipo de competencia.
- ? Debe permitir clasificar generalmente. A pesar de que la clasificación es efectuada en referencia a una finalidad muy concreta, el horizonte es muy amplio, como hemos visto al detallar los objetivos de un sistema ERP y la clasificación abarca muchas situaciones y entornos. Además, el estudio permite realizar predicciones sobre comportamientos de entidades en distintas situaciones y almacenar y recuperar fácilmente los datos elaborados.
- ? Debe ser parca, escueta. Se utiliza el número de tipos necesarios. A menor número de tipos se logrará mayor reducción de complejidad, claridad y precisión. Por otro lado puede llevar a simplificar datos y unirlos en un mismo grupo, cuando sería posible diferenciarlos al identificarlos con tipos distintos. Se

ha buscado un equilibrio entre simplificación y diferenciación, teniendo en cuenta que una jerarquía excesiva sería inútil para nuestros fines, ya que empresas concretas no se verían reflejas en la totalidad.

- ? Debe ser jerárquica. Se denomina clasificación jerárquica si contiene dos o más niveles de tipos. Cada nivel se constituye agrupando entidades según diversos tipos que se caracterizan por atributos similares. Nuestra taxonomía incluye como mínimo dos niveles jerárquicos para cada tipo.
- ? Debe ser atemporal. No es posible buscar clasificaciones que vayan más allá de situaciones y períodos históricos, pero esta taxonomía garantiza que la tipología es estable a lo largo de un periodo. Taxonomías sectoriales similares llevan realizándose desde los años 80 y continúan en la actualidad.

3.2.2. Modelización de procesos

La modelización de procesos de negocio se ha convertido en uno de los focos principales de atención de la Ingeniería de Sistemas Informáticos para crear eficiencia, calidad y satisfacción en el cliente. El modelado de procesos se utiliza para planificar, diseñar, simular y ejecutar automáticamente los procesos de negocio. Este creciente interés se ha concretado en la aparición de varios lenguajes y técnicas de modelado de procesos, cada uno de ellos define y usa conceptos de manera diferente e, incluso, ambigua, por lo que compararlos e integrarlos resulta difícil. Antes de entrar en el estudio de estos modelos, repasaremos algunos conceptos básicos relacionados.

Un proceso de negocios es una cadena de actividades individuales cuya suma produce resultados valiosos para el cliente, que puede ser externo o interno. La suma de todos los procesos de negocio o cadena de valor agregado (value-added chain) representa la globalidad de los procesos operacionales. La estructuración de tareas orientada a procesos, a través de la cadena de valor agregado, cambia la división del trabajo, así como la visión de empleados y organización como un todo, en los aspectos de integración de tareas y localización de la toma de decisiones, redistribución de la división del trabajo y minimización de interfaces. Solo el registro de todas las operaciones relevantes en un sistema, usando tecnología de procesamiento de datos y permitiendo el acceso general a esta información, permite procesos de negocio uniformes. Solo un sistema que incluye todas las funciones operativas y reproduce esta información utilizando una base de datos única y agregada es capaz de manejar la gestión de procesos integrados.

El modelo de referencia es una estructura de datos que contiene la descripción de un sistema y los procesos y funciones contenidos en él. Usando un modelo de referencia es posible simular los procesos dentro de un sistema. En el caso de los sistemas ERP el modelo de referencia contiene las estructuras de los procesos de negocio comunes. Por ejemplo para el ERP SAP R/3 esta estructura viene dada por la jerarquía que representa la figura 3.48

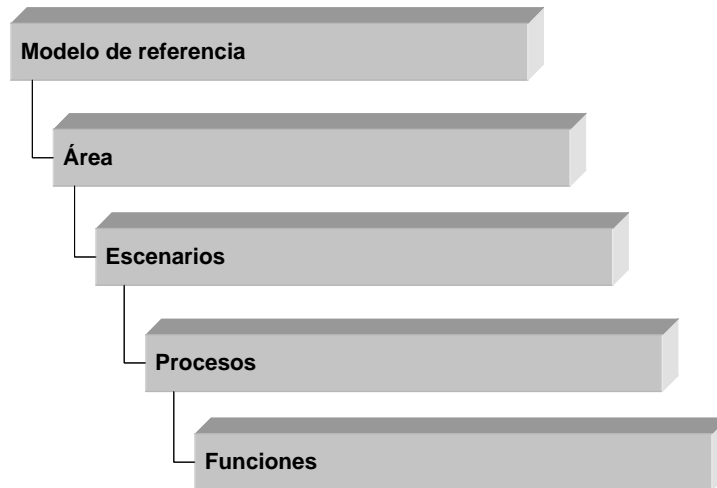


Figura 3.48 Jerarquía del modelo de referencia en SAP R/3

El modelado de procesos, en este caso, implica:

- ? Organizar la compañía en una jerarquía de negocios, incluyendo todas las funciones de la compañía de acuerdo a las estructuras de negocios de SAP R/3;
- ? Identificar donde encaja cada proceso dentro de la jerarquía e incluirlos en el mapa;
- ? Definir el alcance de las tareas incluyendo frecuencia y uso de recursos.

La mayoría de los lenguajes y técnicas de modelado de procesos incluyen cuatro conceptos básicos: actividad, estado, evento y tiempo. Una actividad es la ejecución de una acción corta que cambia el estado del objeto de la acción. Un estado es un conjunto de propiedades de un objeto. Un evento es el resultado de una acción. Finalmente, el tiempo se refiere a un instante temporal. Estos elementos están relacionados ya que la actividad se realiza en un tiempo y tiene como consecuencia un evento que produce un cambio de estado. Igualmente un evento puede inducir la ejecución de una actividad en un tiempo. Las relaciones entre estos conceptos marcan, a menudo, diferencias entre las técnicas de modelado. La relación más intuitiva es considerar un evento como un conector que conecta estados y actividades en un tiempo dado. La figura 3.49 ilustra esta relación.

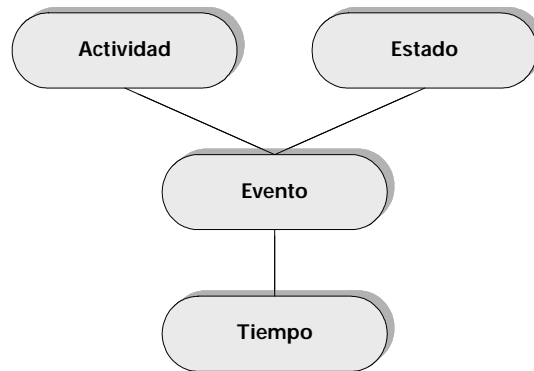


Figura 3.49 Relación intuitiva entre los principales conceptos del modelado de procesos

Con relación al resto de elementos, actividades, estado y tiempo, los eventos pueden ser de varios tipos:

- ? Eventos que ocurren en un instante de tiempo o entre dos instantes de tiempo. Por ejemplo un evento instantáneo será la aprobación de una orden de producción y un evento de duración, la obtención del paquete de expedición de un albarán, que pasará de vacío a lleno en un período de tiempo.
- ? Eventos que registran el principio de una actividad (precondiciones) o el final de una actividad (poscondiciones). Por ejemplo una precondición será la autorización para la emisión de un pedido de compras y una poscondición la obtención de un material resultado de una ruta de producción.
- ? Eventos que tienen como consecuencia un cambio de estado o no. Por ejemplo la aprobación de una orden de producción tiene como consecuencia un cambio de estado en la orden de producción, pero la modificación del lead-time de un producto (o tiempo necesario desde su inicio de producción o compra hasta su entrega en el almacén) no comporta ningún cambio de estado.

Además de estos conceptos principales en el modelado de procesos existen otros secundarios, como son:

- ? Recursos, son los utilizados y necesarios por ciertas actividades para su realización.
- ? Roles, son un tipo especial de recurso ya que se refieren a la persona responsable de la ejecución de una actividad.
- ? Dependencias lógicas, son las que forman la cadena de valor agregado de procesos, relacionando las actividades entre sí.

- ? Actores, son entes externos a la actividad que se relacionan con ella de alguna manera, reciben sus resultados o contribuyen a su realización.

Finalmente la información semántica asociada a los procesos debe poder ser también representada en su modelado. Esta se refiere a los pronombres interrogativos:

- ? Qué, los datos importantes del proceso.
- ? Cómo, las principales acciones del proceso.
- ? Dónde, los lugares donde se desarrolla el proceso (sedes, áreas, plantas, etc.).
- ? Quién, personas u organizaciones involucradas en el proceso.
- ? Cuándo, momento o intervalo temporal durante el que se desarrolla el proceso.
- ? Porqué, motivación del proceso, asociada con los objetivos y la estrategia del negocio.

Antes de pasar a analizar las técnicas de modelado, veamos que características tienen que cumplir para ser una buena herramienta según [Davenport, 1993]:

- ? Debe ser fácil y rápido de utilizar en un alto nivel de abstracción y por no expertos, incluyendo posibilidades gráficas;
- ? Debe ser posible y sencillo establecer comparaciones entre procesos diferentes y entre versiones del mismo proceso, que permitan la toma de decisiones;
- ? Debe proporcionar facilidades descriptivas y analíticas, incluyendo información sobre recursos, tiempos, roles, motivaciones, etc.;
- ? Debe soportar sucesivos niveles de detalle permitiendo modelos paso a paso que puedan ser utilizados en simulaciones y prototipos.

Veamos ahora algunas de las principales técnicas de modelado existentes, las compararemos y detallaremos la elegida para nuestra propuesta. Event-driven Process Chains (EPC), Diagramas de estado de Unified Modelling Language (UML) y Business Modelling Language (BML) son diferentes técnicas de modelado de procesos que corresponden con otras tantas tendencias en la materia: orientación a actividades, orientación a estados y orientación a comunicación, es decir, a las relaciones entre personas y sistemas o entre sistemas. Cada una de las técnicas seleccionadas se considera representativa de su respectiva categoría.

Event-driven Process Chains (EPC) es una representación gráfica con información adicional. Utiliza nodos activos llamados funciones y pasivos llamados eventos. Los

eventos describen la situación antes y después de la ejecución de cada función. No representa de forma explícita el concepto de estado. Las dependencias lógicas entre funciones y eventos se describen utilizando los conectores lógicos AND, OR y XOR y las flechas de control. Las funciones pueden llevar asociada información adicional desde diferentes puntos de vista: datos asociados, actividades, organización y salidas. La figura 3.50 muestra un ejemplo de representación en el que los eventos ‘orden recibida’ y ‘fecha de producción alcanzada’ deben ocurrir antes de ejecutar la función ‘fabricación’. Una vez que esta ha concluido se producen dos eventos: ‘orden ejecutada’ y ‘producto en almacén’.

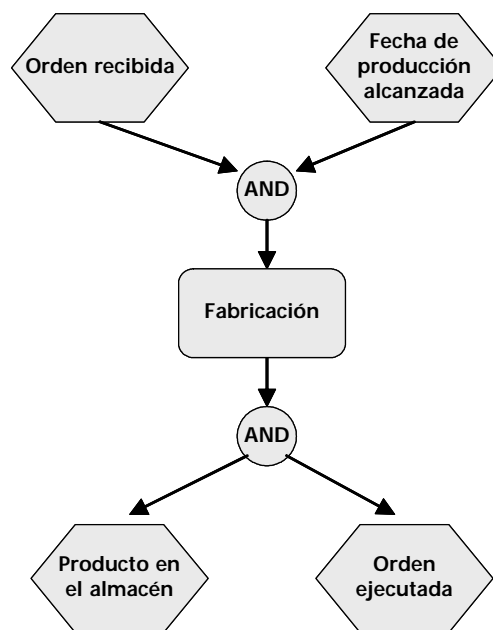


Figura 3.50 Ejemplo de representación de procesos mediante EPC

Diagrama de estado de Unified Modelling Language (UML) es un tipo de diagrama del estándar UML mantenido por el Object Management Group (www.omg.org). Estos diagramas son una representación gráfica de una máquina de estados y visualiza bajo que circunstancias un elemento del sistema, clase o proceso, cambia de estado. Incluyen estados, transiciones entre estados, un estado inicial, uno o más estados finales y eventos y actividades como textos asociados. Los estados pueden tener tres componentes: nombre, variables o datos asociados y actividades. Las actividades pueden ocurrir al entrar en el estado, durante el estado o al salir del estado. Los estados que no tienen actividades son estados de espera. Las transiciones entre estados son pasos de un estado a otro y ocurren cuando se cumplen ciertos eventos. La figura 3.51 muestra el mismo proceso de la figura 3.50 representado como un diagrama de estado de UML.



Figura 3.51 Ejemplo de representación de procesos mediante diagramas de estado de UML

Business Modelling Language (BML) describe la interacción entre sistemas a través del envío y recepción de mensajes. Además de usarse para la ejecución de sistemas se puede utilizar para especificar y diseñar procesos de negocio. BML describe la estructura y conocimiento de un sistema con dos tipos de diagramas: Business Process Integracion o BPI que muestra la estructura del sistema en cuanto a componentes y la comunicación entre el sistema y elementos externos y agentes humanos; Business Integration Application o BIA que describe el conocimiento dinámico del sistema, visualizando los mensajes que envía y recibe, las reglas para manejarlos y las actividades a ejecutar dependiendo del contenido de los mismos. Los diagramas de tipo BIA pueden representar mensajes recibidos, mensajes enviados, estados y actividades. La figura 3.52 muestra el mismo proceso de la figura 3.50 representado como un diagrama tipo BIA de BML. Los estados se representan mediante círculos, los mensajes recibidos mediante dos trapecios unidos por su base menor con las bases verticales, los mensajes enviados mediante la misma figura pero con sus bases horizontales y los hexágonos muestran las actividades. Las flechas representan los pasos entre estados y actividades a través de los mensajes.

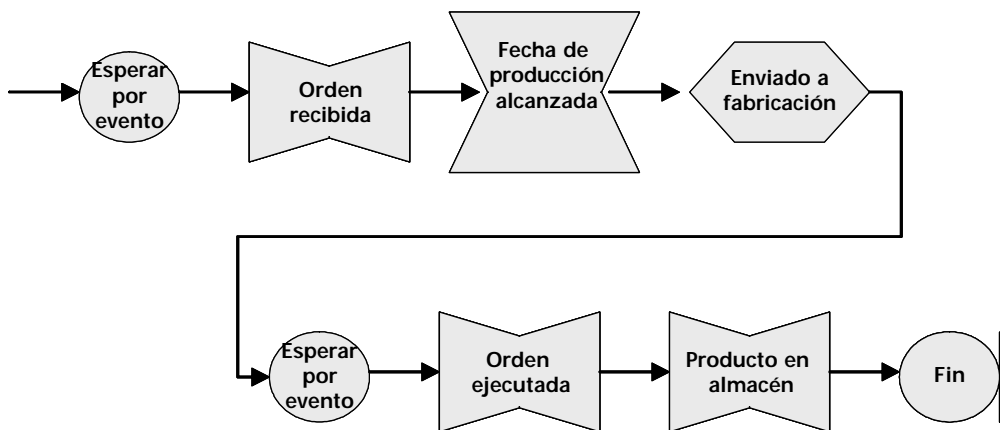


Figura 3.52 Ejemplo de representación de procesos mediante BML

La tabla de la figura 3.53 muestra, según [Söderström et al., 2002], una comparación entre estas tres técnicas relativa a los conceptos de modelado de procesos antes expuestos.

CONCEPTO	EPC	BML	UML (D.E.)
Evento	Dos tipos: precondición y poscondición	Dos tipos: tiempos + actividad + cambio de estado y tiempos + cambio de estado	Siete tipos, entre simples y combinados, que utilizan cambios de estado, tiempos y precondiciones y poscondiciones
Estado		Corresponde al concepto 'esperando un evento'	Corresponde a los conceptos 'estado' y 'estado en espera'
Actividad	Corresponde al concepto 'función'	Corresponde a los conceptos 'enviar mensaje', 'actividad' e 'inicio temporal'	Corresponde a los conceptos 'actividad en entrada', 'actividad en salida' y 'actividad durante estado'
Proceso	Conjunto ordenado y relacionado lógicamente de funciones	Conjunto ordenado y relacionado lógicamente de actividades	Conjunto ordenado y relacionado lógicamente de actividades
Reglas	Conjunto de precondiciones y poscondiciones que pueden cumplirse antes y después de una función	Corresponde al concepto 'decisiones automáticas'	Conjunto de condiciones de las transiciones entre estados
Recurso	Corresponde al concepto 'recurso'	Corresponde al conjunto de elementos que forman un diagrama BIA	Corresponde al concepto 'clase'
Actor		Corresponde a los conceptos 'aplicación' y 'agente humano', capaces de enviar mensajes	Corresponde al concepto 'objeto', capaz de enviar mensajes

Figura 3.53 Comparación de las principales técnicas de modelado de procesos

La técnica elegida para nuestra propuesta es Event-driven Process Chains o EPC, principalmente porque es la más representativa del grupo orientado a actividades, indicado para el tipo de proceso a modelizar, es decir, la realización de acciones para la parametrización de sistemas ERP. Consideramos menos adecuados aquellos modelos orientados a los estados o a la comunicación. Por otra parte se entiende muy fácilmente, tiene una representación gráfica sencilla y completa y es el más utilizado en sistemas de información. Sus principales elementos son los eventos y las funciones, estas son lanzadas por eventos y, a la vez, generan eventos, lo que facilita el encadenamiento de

tareas necesario para nuestra propuesta cuyo objetivo es guiar a través de un sistema, centrándose, como los modelos de EPC, en la ejecución/acción y la coordinación. Otras ventajas por la que ha sido seleccionado es su facilidad para mostrar diferentes niveles de detalle y la existencia de una herramienta ampliamente difundida y utilizada, Architecture of Integrated Information System o ARIS Toolset que utiliza los modelos de EPC para la representación de secuencias lógico-temporales. Finalmente es la técnica utilizada para representar el modelo de negocio en el sistema ERP SAP, uno de los más importantes en el sector. También ha sido utilizada con éxito en la generación de contenidos en el Sistema Inteligente de Tutorización SITA para la enseñanza del conocimiento procedimental [Pagés et al., 2005], un buen precedente para su uso en otros sistemas inteligentes, como es nuestra propuesta.

Event-driven Process Chains (EPC)

Event-driven process chains (EPC) es una técnica gráfica con una base muy sencilla orientada a la ejecución de actividades. Ha sido ampliamente utilizada ya que permite describir procesos en un sentido muy general: definición y reingeniería de procesos de negocio, definición y control de flujos de trabajo, reglas de actuación y responsabilidades de unidades organizativas, configuración y desarrollo de software, documentación asociada a cálculo de costes y calidad, etc. Esta forma de representación fue introducida por [Kéller et al., 1992] y desde entonces se ha difundido muy rápidamente, sobre todo desde que fue la técnica elegida como soporte en la Architecture of Integrated Information System (ARIS) y en el sistema SAP. Sus principales características son sencillez de lectura y diseño, generalidad, posibilidad de adaptación e inclusión de información y facilidad de representación a distintos niveles de especificación.

Su metodología se basa en diseñar diagramas que muestran la estructura del flujo de control de una actividad como la secuencia de eventos o condiciones y funciones o acciones. Mediante un diagrama EPC se comprende como uno o más eventos relacionados lógicamente desencadenan una o más acciones y como cada una de estas acciones o varias de ellas agrupadas producen eventos, resultado de la ejecución de las mismas. Por tanto los elementos básicos de un diagrama EPC son:

- ? Evento. Describe un cambio de situación o de estado, por tanto se relaciona con la ejecución de una acción que es la que produce el cambio o la que se debe realizar si se ha producido el cambio. Por tanto tenemos dos tipos de eventos, los que inducen la ejecución de una acción o precondiciones y los que son consecuencia de la ejecución de una acción o poscondiciones. También se denominan condiciones. Un diagrama EPC contendrá:

- Un conjunto no vacío de eventos iniciales, que dan la señal de inicio de la ejecución de actividades contenidas en el EPC;
 - Un conjunto no vacío de eventos finales, que son la consecuencia de la ejecución de las actividades contenidas en el EPC;
 - Un conjunto, puede ser vacío, de eventos internos que son los eventos iniciales y finales de las acciones intermedias que conforman la ejecución de las actividades contenidas en el EPC.
- ? **Función.** Describe una actividad o tarea, indica un cambio de situación entre el antes y el después de su realización. Las funciones representan los bloques básicos de los diagramas, a los que proporcionan significado. También se denominan acciones. Dependiendo del nivel de detalle de los EPC, estas funciones pueden representar unidades básicas operativas no descomponibles o actividades complejas, que ha su vez podrían estar representadas por otros diagramas EPC, como conjuntos de eventos y funciones. Obligatoriamente todo diagrama EPC debe tener al menos un nodo de tipo función y toda función debe estar precedida, al menos, por un evento de tipo precondición y seguida, al menos, por un evento de tipo poscondición.
- ? **Conectores lógicos.** Establecen las rutas posibles en el proceso mostrado por el diagrama EPC. Describen las relaciones lógicas y de dependencia entre eventos y funciones. Los conectores unen una o más condiciones, ejecutan su función lógica y pasan el control a la función correspondiente según el resultado de la función lógica. Los conectores lógicos se dividen en dos categorías:
- Tipo “D”: Divisores o distribuidores, que dividen un flujo de proceso. Poseen un flujo de control de entrada y dos o más flujos de control de salida.
 - Tipo “J”: Uniones o conectores, que sincronizan flujos de proceso paralelos. Poseen un flujo de control de salida y dos o más flujos de control de entrada.

Tanto los conectores “D” como los “J” incluyen las siguientes categorías lógicas:

- AND. Todos los eventos de entrada del operador AND deben ocurrir para que el flujo de ejecución continúe a la salida del operador y se pase el control al evento o eventos o a la función o funciones siguientes.

- OR. Al menos uno de los eventos de entrada del operador OR debe ocurrir para que el flujo de ejecución continúe a la salida del operador y se pase el control al evento o eventos o a la función o funciones siguientes. Pueden ocurrir uno o más de uno de los eventos de entrada.
 - XOR. Uno y solo uno de los eventos de entrada del operador XOR debe ocurrir para que el flujo de ejecución continúe a la salida del operador y se pase el control al evento o eventos o a la función o funciones siguientes.
- ? Flujo de control. Describe la dirección de la ejecución de las actividades mediante las líneas que conectan los nodos del diagrama EPC. Representa el paso de un elemento a otro. Pueden unir los siguientes tipos de nodos:
- Funciones con eventos para representar su poscondición.
 - Eventos con conectores para actuar como precondition.
 - Conectores con funciones para indicar la dirección de ejecución de las actividades.

La figura 3.54 muestra la representación gráfica de cada uno de estos elementos básicos.





	Evento
	Función
	Conectores Lógicos
	Flujo de control

Figura 3.54 Representación gráfica de los elementos básicos de un diagrama EPC

Este modelado de procesos como secuencia lógica temporal de funciones deriva de las redes de Petri, que proporcionan descripciones gráficas y definiciones formales de los procesos. De hecho se vienen realizando estudios comparativos entre la utilización de modelos de EPC o de redes de Petri para la formalización del conocimiento, como

por ejemplo [Aalst y Hofstede, 2002] y [Jorgensen, 2003]. El uso de la técnica EPC como derivada de las redes de Petri en nuestra propuesta, en vez de utilizar directamente estas últimas se debe a su mayor sencillez de representación de cara a su uso en el área de negocios y empresarial y a la posibilidad de añadir información, como veremos a continuación, más allá de los nodos y transiciones presentes en las clásicas redes de Petri.

Los elementos necesarios para completar nuestra propuesta deben ser capaces de asociar, si es el caso, a cada acción a ejecutar o paso de la parametrización del sistema ERP la información sobre los parámetros a definir y sus posibles valores. Esta información debe constituir un nuevo elemento en los diagramas EPC, ya que no se corresponde con ninguno de los existentes y la denominaremos objeto de información. Si consideramos cada paso de parametrización como una función del modelo EPC necesitaremos crear un nuevo tipo de interconexión que no se refiere al flujo de control de actividades sino a la asociación entre el nuevo elemento de datos u objeto de información y su función correspondiente, a esta interconexión la llamaremos flujo de información. La figura 3.55 muestra la representación gráfica asociada a estos dos nuevos elementos de los diagramas EPC.

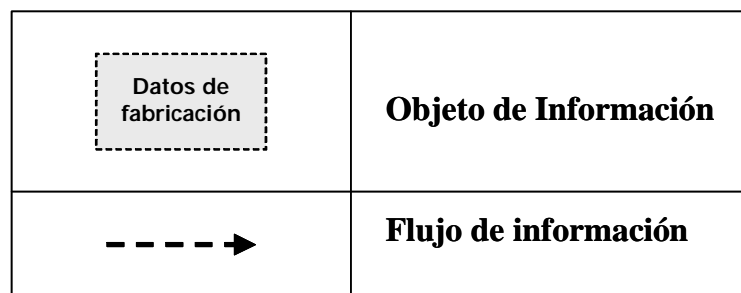


Figura 3.55 Representación gráfica de los nuevos elementos básicos añadidos a los diagrama EPC

Una vez presentados los elementos a utilizar, un modelo EPC puede describirse formalmente si se conceptualiza como grafo conectado, dirigido y que posee atributos en nodos y arcos. En consecuencia definimos formalmente un modelo EPC por medio de una tupla de elementos:

Modelo EPC = (ID, ?, ?, t, t?), donde:

ID: identificador

?: Conjunto finito no vacío de nodos. $2 = | ? | < ?$

?: Conexiones o relaciones entre nodos ? ? ? x ?

t: Asigna un tipo a cada nodo. t : ? ? {Función, evento, conector u objeto de información}

t?: Asigna un tipo a cada conexión. t? : ?? ? {Flujo de control o flujo de información}

Puntualizaremos el uso de la técnica EPC adaptado a nuestra propuesta, ya que, además de las normas generales de un EPC, hemos añadido las siguientes indicaciones particulares y las siguientes normas de representación y de diseño, con el objetivo de mejorar la comprensión del modelo y facilitar su posterior paso a reglas de producción que formarán la red semántica de nuestro módulo del dominio:

- ? Como se desprende de las definiciones iniciales de los componentes básicos de los diagramas EPC, hemos obligado a que todas las funciones concluyan con un evento, es decir, debemos representar siempre la condición o condiciones resultantes de la ejecución de una función. Ahora bien, las funciones pueden iniciarse con un evento cuando no surjan de manera espontánea o iniciarse directamente cuando impliquen un conocimiento procedimental, es decir, reflejen la ejecución de acciones.
- ? Utilización de eventos negados para indicar el no cumplimiento de una condición. De esta forma las dos salidas de la condición (positiva y negativa) pueden quedar representadas en el mismo EPC si es necesario. El control de flujo habitual en un EPC consiste en el paso a la siguiente actividad unida al conector cuando el resultado de la función lógica aplicada a las condiciones del conector sea afirmativo. Puede ocurrir que si el resultado es negativo se deba realizar una actividad alternativa y volver después a la siguiente actividad del EPC. La figura 3.56 representa un ejemplo de uso de este conector.

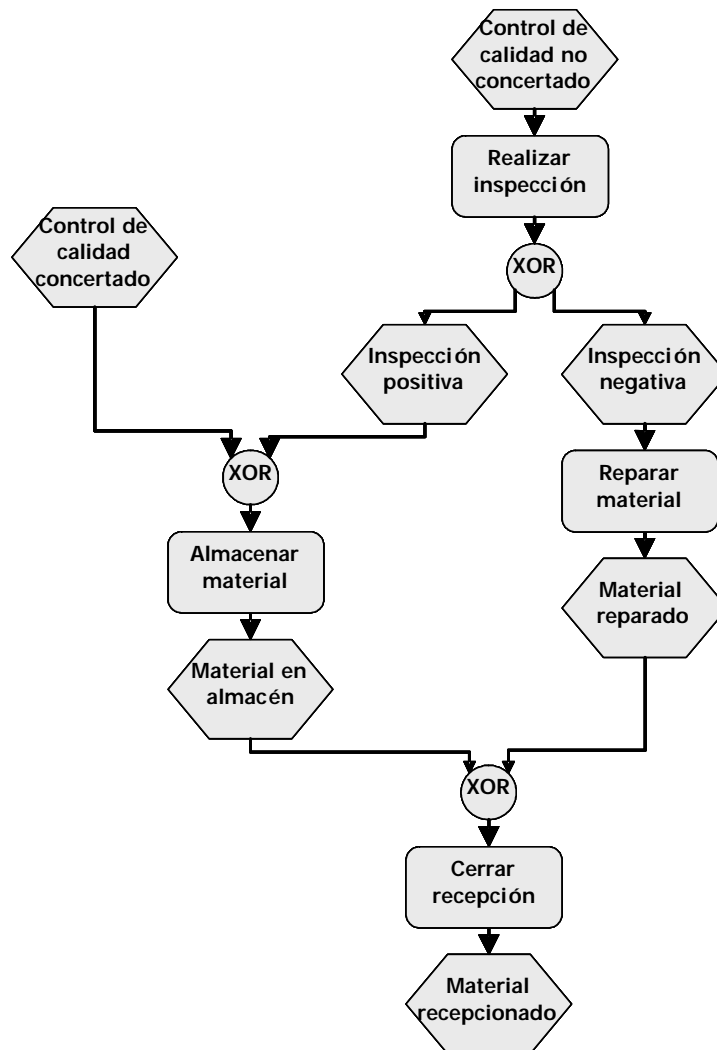


Figura 3.56 Representación del uso de eventos negados en un diagrama EPC

El diagrama anterior muestra la actividad de recepción en un almacén. Para poder realizar el almacenamiento de un material recepcionado se debe cumplir la condición de existencia de un control de calidad concertado con el proveedor o, si no es así, realizar una inspección con resultado positivo.

- ? Hemos añadido una nueva posibilidad en los flujos de control. Permitiremos flujos mediante líneas que unan conectores con conectores para representar dependencias lógicas complejas. La figura 3.57 muestra un ejemplo de utilidad de este nuevo flujo.

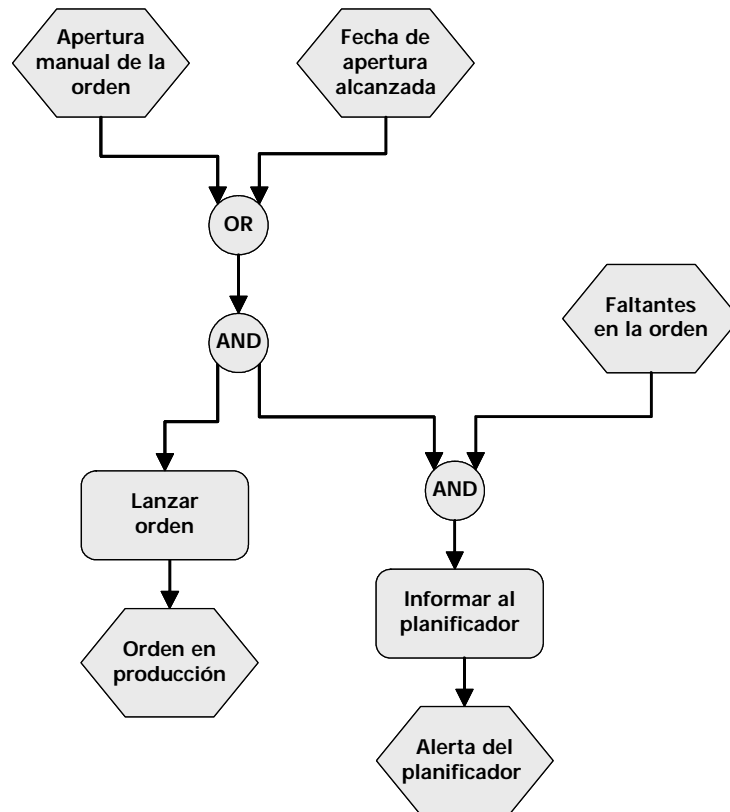


Figura 3.57 Representación del uso flujos de control entre conectores en un diagrama EPC

En el diagrama se muestra como hay una conexión directa entre el conector OR y el AND. En este caso la salida del conector OR es una entrada o precondition del conector AND. En este diagrama si se cumple uno de los eventos, o los dos, ‘apertura manual de la orden’ y ‘fecha de apertura alcanzada’ se ejecutará la función ‘lanzar orden’ que producirá el evento ‘orden en producción’. Además si se cumplen una o dos de las preconditiones del conector OR y también ocurre el evento ‘faltantes en la orden’ se ejecutará la función ‘informar al planificador’ cuya consecuencia será el estado de alarma del planificador o lo que es lo mismo el evento ‘alerta del planificador’.

- ? Con objeto de simplificar el diseño, hemos creado un nuevo elemento que represente acciones complejas que agrupan acciones simples siempre que se crea conveniente para facilitar la comprensión del diagrama y siempre que aparezcan más de ocho acciones relacionadas en el mismo EPC. A estas acciones complejas las llamaremos Procesos y, de esta forma, añadimos un elemento posible más al EPC. Un proceso es una abstracción necesaria para entender acciones complejas. Un proceso es abstracto porque no es ejecutable por sí mismo y debe descomponerse en otros procesos, acciones, condiciones y conectores para poder ser ejecutado. Todas las funciones que realizan las

condiciones, los conectores lógicos y las interconexiones con acciones son igualmente aplicables a los procesos y se realizarán de la misma forma. Dentro de un diagrama EPC un proceso debe terminar obligatoriamente con una condición que refleje el cumplimiento de todas sus actividades. La figura 3.58 muestra la representación del nuevo elemento proceso.



Figura 3.58 Nuevo elemento proceso en un diagrama EPC

- ? Es posible realizar construcciones jerárquicas en un EPC. Un modelo de EPC estará formado por un conjunto de diagramas EPC interconectados, de manera que los procesos que aparecen en un EPC se desarrollen en otro, descomponiéndose en procesos, acciones, condiciones y conectores a otro nivel. Al final un modelo de EPC estará compuesto por varios EPC encadenados formando distintos niveles de detalle en la ejecución de las funciones. La figura 3.59 representa un diagrama EPC en el que las funciones y sus relaciones son tan complejas que varias de ellas se han agrupado en procesos.

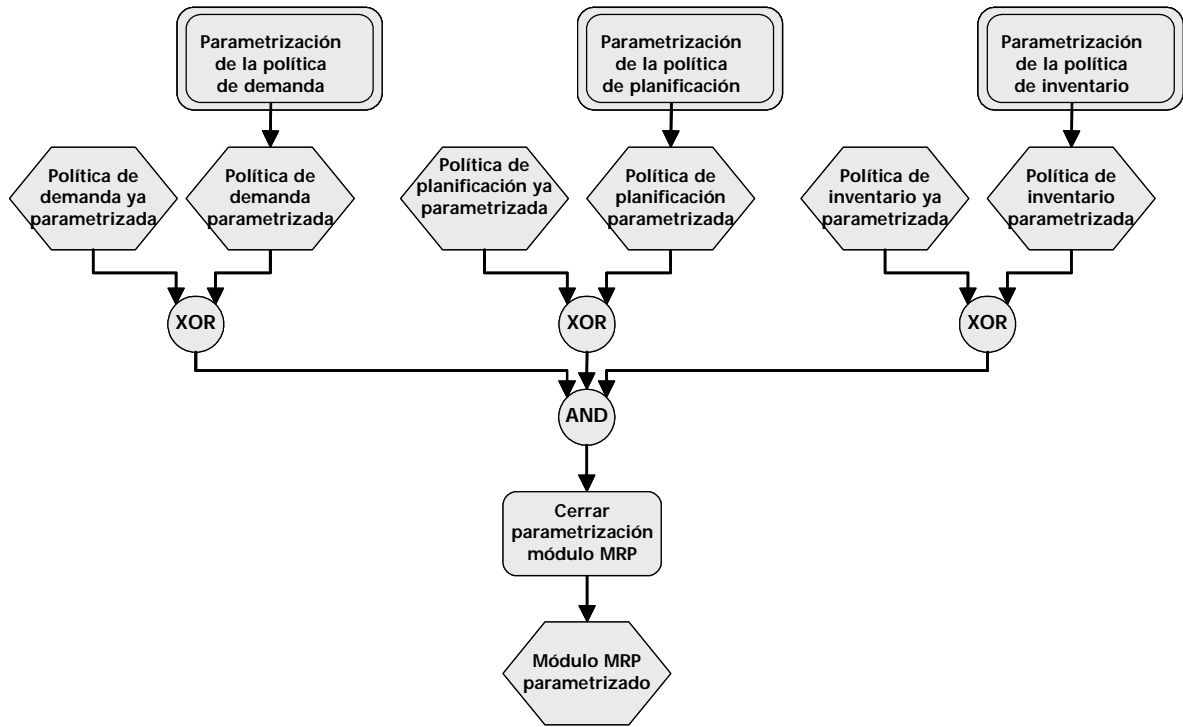


Figura 3.59 Procesos utilizados en un diagrama EPC

En la figura 3.60 se muestra un nivel inferior de detalle de uno de los procesos anteriores, en concreto, el proceso ‘parametrización de la política de planificación’.

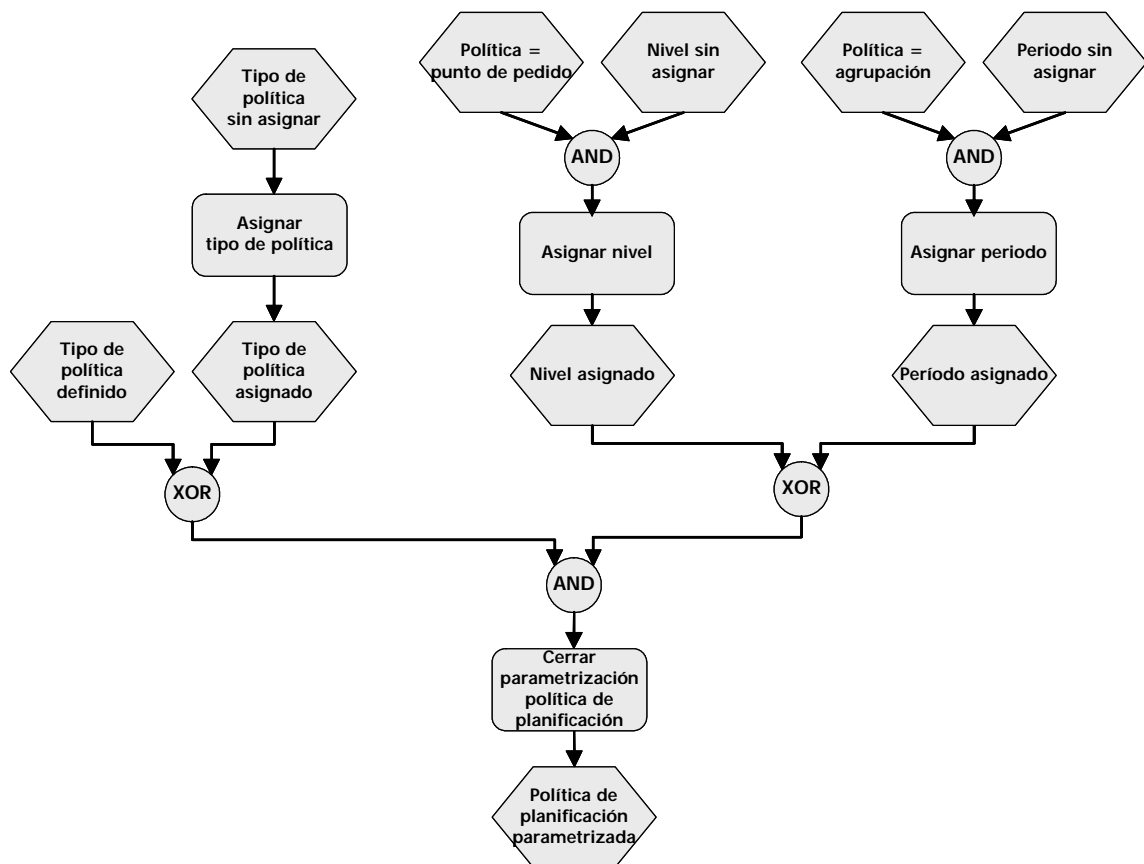


Figura 3.60 Diagrama EPC correspondiente al nivel detallado del proceso ‘parametrización de la política de planificación’

En la figura 3.59 se indica como para realizar la parametrización completa del módulo MRP es necesario completar las parametrizaciones relativas a la política de la demanda, la política de planificación y la política de inventario. Estas acciones complejas están representadas mediante procesos. Debemos destacar que los procesos no presentan precondiciones en el diagrama de mayor nivel, pero si poscondiciones para integrarse en el proceso lógico, esto se explica revisando la figura 3.60 que muestra el nivel detallado de uno de ellos. En este caso el diagrama comienza y termina con eventos. Los eventos iniciales serán las precondiciones del proceso, mientras que solo existe un evento final que es la poscondición del proceso. Las funciones representadas ejecutadas según los flujos de control completarán el proceso del que dependen. En concreto para realizar la parametrización de la política de planificación es necesario establecer, primero, el tipo de política, si es que no está ya definido (por ejemplo por valores por defecto según la taxonomía empresarial) y a continuación elegir algunos parámetros en función del tipo de política elegida. Si el tipo es por punto de pedido habrá que definir el nivel del punto de pedido, en cambio si el tipo es agregación habrá que definir el periodo temporal de agregación de las órdenes. En cualquiera de estos casos se tiene en cuenta si estos parámetros

están ya definidos para no llevar a la persona que parametriza a realizar de nuevo esta función.

La relación jerárquica de niveles entre un proceso y su diagrama EPC correspondiente se ve fácilmente de forma gráfica, ya a que podríamos sustituir en el diagrama de la figura 3.59 la representación gráfica del proceso 'parametrización de la política de planificación' por el diagrama de la figura 3.60, obteniendo un diagrama EPC perfectamente consistente y completo, aunque mas complejo y difícil de entender.

? Incluir una forma de representación de la secuencia u orden de ejecución de las actividades o procesos presentes en un EPC. El problema de la sincronización en los EPC ha sido ya analizado y debatido en muchos foros, por ejemplo en [Aalst y Hofstede, 2002] se recuerda que el problema de la sincronización del flujo de eventos que representa un EPC no es trivial. En nuestra propuesta la representación gráfica se soluciona dibujando las actividades o procesos alineados de dos formas:

- En horizontal cuando se quiere indicar una secuencia temporal, es decir, no se puede realizar la acción o proceso de la derecha si no se han completado las acciones o procesos a su izquierda.
- En vertical cuando se quiere indicar que no importa el orden de ejecución, es decir las acciones o procesos que se dibujan uno debajo de otro pueden realizarse entre ellas en cualquier orden.

La figura 3.61 muestra un ejemplo de diagrama EPC en el que no importa el orden de ejecución de las funciones. En él las funciones 'crear planificadores' y 'fijar calendario' se deben ejecutar para poder terminar la parametrización de los datos base de planificación, pero es independiente en el orden que se hagan, ya que aparecen en vertical, una encima de la otra.

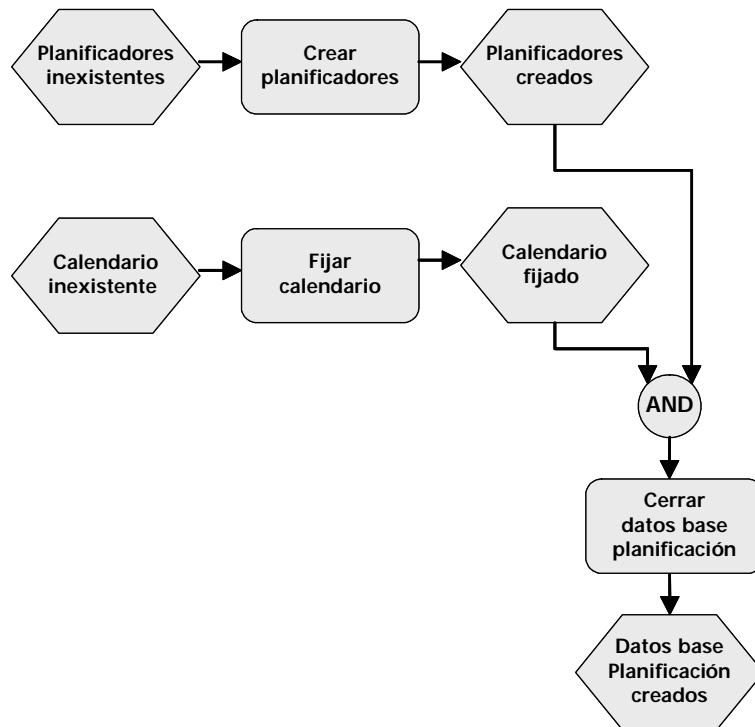


Figura 3.61 Representación de un diagrama EPC sin secuencia temporal de ejecución

La figura 3.62 muestra un ejemplo de secuencia temporal. En él la función ‘receptionar material’ se debe ejecutar siempre antes que la función ‘generar factura’.

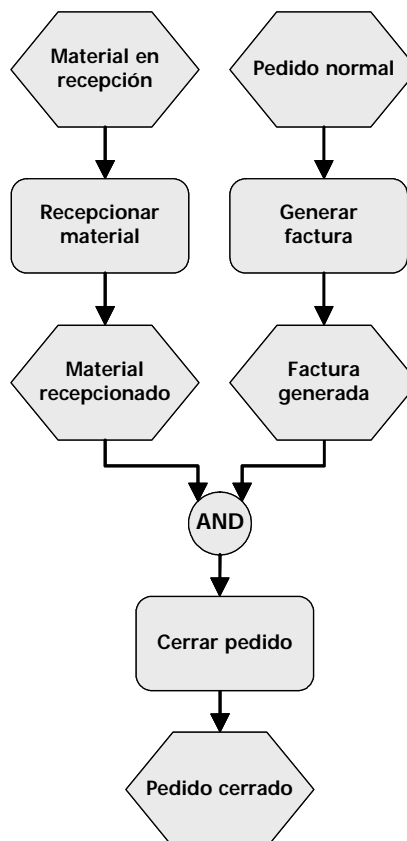


Figura 3.62 Representación de secuencia temporal de ejecución en un diagrama EPC

Finalmente la figura 3.63 representa un ejemplo completo de diagrama EPC, explicaremos como seguir el flujo que representa utilizando las convenciones definidas.

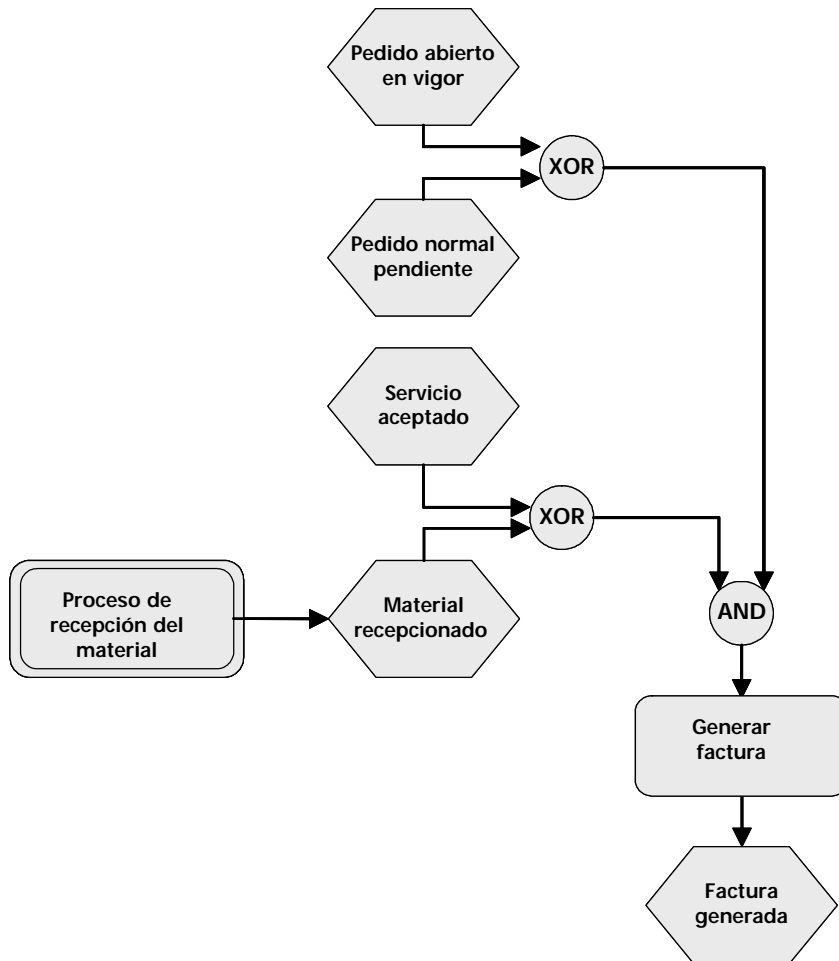


Figura 3.63 Ejemplo de diagrama EPC

Verificamos que este diagrama corresponde a un conjunto de actividades encaminadas a obtener una ‘factura generada’, poscondición final. En primer lugar comprobamos que existen dos conectores XOR que están ordenados verticalmente por lo que su orden de ejecución es indiferente. Elegimos un orden cualquiera, en este caso el mismo del dibujo:

1. Ejecutamos el conector XOR de más arriba. Tiene dos eventos de entrada colocados de forma vertical por lo que su orden de evaluación es indiferente. Evaluamos primero el de más arriba ‘pedido abierto en vigor’:
 - ? Si el resultado es positivo tenemos definida de forma afirmativa la primera entrada del primer conector XOR. Evaluamos el otro evento ‘pedido normal pendiente’. Si el resultado es positivo la salida del primer conector XOR será negativa, en cambio si el resultado es negativo, será positiva. Es decir, la salida será positiva si hay un

pedido abierto en vigor y no hay pedido normal pendiente y negativa si existen los dos tipos de pedido, lo que supondrá un error a revisar antes de generar la factura.

- ? Si el resultado es negativo tenemos definida de forma negativa la primera entrada del primer conector XOR. Evaluamos el otro evento 'pedido normal pendiente'. Si el resultado es positivo la salida del primer conector XOR será positiva, en cambio si el resultado es negativo, la salida será negativa. Es decir, la salida será positiva si no hay un pedido abierto en vigor y hay pedido normal pendiente y negativa si no existen ninguno de los dos tipos de pedido lo que supone la imposibilidad de generar una factura.

2. Ejecutamos el segundo conector XOR. Tiene dos entradas colocadas verticalmente por lo que su orden de ejecución es indiferente. Evaluamos primero el de más arriba 'servicio aceptado':

- ? Si el resultado es positivo tenemos definida de forma afirmativa la primera entrada del primer conector XOR. Evaluamos la otra entrada, en este caso el proceso 'proceso de recepción del material'. Este proceso corresponde con el diagrama EPC representado en la figura 3.56. Nos remitimos a esa figura para continuar con la ejecución: Existe un conector XOR con dos entradas colocadas horizontalmente por lo que debemos empezar por la situada más a la izquierda. El primer evento es 'Control de calidad concertado', lo evaluamos:
 - o Si el resultado es positivo tenemos definida de forma afirmativa la primera entrada del primer conector XOR. Ejecutamos el segundo evento 'control de calidad no concertado', que es el evento contrario, por tanto su resultado será negativo y no debemos continuar con la función 'realizar inspección', por lo que sus poscondiciones 'inspección positiva' y 'material reparado' no se cumplirán.
 - o Si el resultado es negativo debemos ejecutar el siguiente evento 'control de calidad no concertado', que es el evento contrario, por tanto su resultado será positivo y ejecutaremos la función 'realizar inspección'. Una vez finalizada la ejecución se cumplirán una de sus dos poscondiciones 'inspección positiva' o 'inspección negativa'. Si se cumple la primera se ejecutará la función 'almacenar material' y su poscondición 'material almacenado'. Si se cumple la segunda se ejecutará la función 'reparar material' y su poscondición 'material reparado'. En cualquiera de los dos casos una de las dos entradas al último XOR será positiva

por lo que se ejecutará la función ‘cerrar recepción’ y se considerará el material como recepcionado (poscondición).

Si el resultado es positivo la salida del segundo conector XOR será negativa, en cambio si el resultado es negativo, será positiva. Es decir, la salida será positiva si hay un servicio aceptado y no se ha almacenado material y negativa si se ha aceptado un servicio y almacenado material para el mismo pedido, lo que supondrá un error a revisar antes de generar la factura.

- ? Si el resultado es negativo tenemos definida de forma negativa la primera entrada del primer conector XOR. Evaluamos la otra entrada, el proceso ‘proceso de almacenamiento del material’ igual que en el caso anterior. Si el resultado es positivo la salida del segundo conector XOR será positiva, en cambio si el resultado es negativo, la salida será negativa. Es decir, la salida será positiva si no se ha aceptado un servicio pero si hay material en almacén y negativa si no se ha aceptado ni servicio ni se ha almacenado material para un pedido, lo que supone no tener que generar factura.

3. Evaluamos el conector AND, cuyas precondiciones son la salida de los dos conectores XOR, ya evaluados. Las dos precondiciones deben ser afirmativas para poder obtener un resultado afirmativo.
4. Por último, si la salida del conector AND es afirmativa, ejecutamos la función ‘generar factura’. Una vez ejecutada el evento asociado a su salida, o poscondición, ‘factura generada’ nos indica el resultado de la ejecución de las actividades representadas en el EPC de la figura 3.63.

3.2.2. Redes semánticas

El objetivo del asistente inteligente aquí propuesto es la parametrización de un sistema ERP según el plan estratégico de la organización. Para esta tarea es necesario definir un módulo de conocimiento del dominio que incluya información sobre el funcionamiento procedural del ERP y sobre la realidad particular de la empresa que lo parametriza. Dicho conocimiento es difícil de conjugar, por la existencia de cientos de tablas con sus correspondientes parámetros de los que hay que conocer su utilidad y significado, conocimiento típico de los consultores ERP, a la vez que por la existencia de características particulares de cada organización, su forma de trabajo y sus procesos conocidos por los miembros de la organización. Toda esta información, sobre el sistema ERP y sobre la organización, está fragmentada, dado su extensión, entre distintas personas y documentos.

Para obtener un conocimiento modelizado nos encontramos con varias fuentes de información cada una de las cuales habrá que traducir a reglas de producción encadenadas:

- ? Conocimiento del experto en forma textual. Puede proceder directamente del experto, de manuales del sistema ERP o de descripciones de procesos de negocio de la empresa. Es necesario transformar el lenguaje natural en un conjunto de reglas de conocimiento unidas entre sí que sea ejecutable y no tenga posibilidad de interpretaciones erróneas como el lenguaje natural.
- ? Conocimiento en forma de procesos de negocio. Hemos visto como es posible representar formalmente de forma gráfica, mediante diagramas EPC, los procesos de negocio. El objetivo metodológico es transformar estos diagramas en reglas de producción conectadas entre sí.
- ? Modelo de datos del sistema ERP. Es necesario formalizar en reglas de producción el modelo de datos del sistema ERP procedente de su documentación mediante herramienta CASE.

El conocimiento del dominio comprende no solo los parámetros y sus posibles valores sino también reglas de actuación para llevar a cabo determinados procedimientos y conseguir ciertas estrategias empresariales. En la arquitectura de nuestro asistente hemos definido la base de conocimientos en forma de redes semánticas que unen a través de la relación acción-condición reglas de producción, los parámetros y sus valores relativos a las acciones que lo requieran y las ayudas asociadas a los parámetros y las acciones. Dicho conocimiento conformara un encadenamiento de reglas orientado a un objetivo que el asistente utiliza para llevar a cabo las tareas de parametrización.

Una red semántica está formada por reglas de conocimiento relacionadas entre sí y puede ser representada en forma de diagrama compuesto de arcos y nodos etiquetados, ambos, con expresiones esquemáticas tomadas de las fuentes antes citadas (lenguaje natural, diagramas EPC y herramientas CASE). La red semántica representa 'que hay que parametrizar' mientras que las etiquetas de arcos y nodos representan los pasos guiados por ese proceso: 'como hay que parametrizar'. A través del conocimiento abstracto se reflejan las especificaciones o requisitos del sistema descrito mediante distintos tipos de documentación, normalmente en formato texto. Las descripciones abstractas se dividen en significados concretos, cada vez más detallados, casi en piezas ejecutables.

Mediante la red semántica podemos obtener una visión general del sistema y, a la vez, profundizar en los detalles hasta el nivel operativo más concreto. Es decir, para guiar al usuario en la realización de una parametrización determinada, por ejemplo 'parametrización del módulo MRP', descompondremos esta en otras más básicas y estas en otras más detalladas hasta el nivel deseado, por ejemplo 'asignar tipo de política', 'asignar nivel' y 'asignar periodo'.

La red semántica estará formada por reglas ejecutables obtenidas cuando las descripciones, datos y eventos procedentes de varias fuentes de conocimiento se traducen en causas, razones y efectos. El conocimiento ejecutable se centra en condiciones, acciones y alternativas representadas mediante construcciones implementables (reglas). Un ejemplo genérico de regla puede ser: 'Si A y B entonces C', donde A y B son condiciones que según su partícula de conexión ('y') no son alternativas y C es una condición deducible de las anteriores. Si en vez de la partícula de conexión 'y' se hubiese utilizado un 'o exclusivo' las condiciones, además, serían alternativas. Por tanto, por regla se entiende una proposición lógica que relaciona dos o más objetos e incluye dos partes, la premisa y la conclusión. Cada una de estas partes consiste en una expresión lógica con una o más afirmaciones objeto-valor conectadas mediante los operadores lógicos 'y', 'o' u 'o exclusivo'.

Vamos a definir formalmente cada uno de los conceptos que forman una red semántica:

Nodo.

Los nodos representan procesos o acciones, entendiendo como procesos un conjunto de acciones y como acciones las tareas sencillas no descomponibles. La etiqueta asociada a un nodo consiste en un texto esquematizado del lenguaje natural que debe explicar de forma comprensible la acción representada. Las etiquetas no deben incluir explicaciones sobre la acción representada, deben ser cortas y significativas. Toda explicación necesaria se debe obtener asociada al nodo pero sin formar parte directamente de la red semántica. Cuando el nodo represente un conjunto de acciones o proceso se debe etiquetar de la misma forma, un texto corto que describa el conjunto de acciones. Por ejemplo las acciones agrupadas 'asignar tipo de política', 'asignar nivel' y 'asignar periodo' podrían formar un proceso denominado 'asignar datos de política de planificación'.

Arco.

Los arcos representan las condiciones resultado de los nodos asociados a acciones o procesos. Los arcos están orientados y muestran los caminos de dependencia entre nodos. Los arcos que unen los nodos lógicos con nodos asociados a acciones no llevan

etiquetas porque, su valor será ‘verdadero’ o ‘falso’ dependiendo del resultado de la aplicación del conector o nodo lógico. Los arcos que unen nodos acción con nodos lógicos tendrán como etiqueta un texto cuya expresión se refiere al resultado de la acción asociada al nodo del que parten. El texto, igual que para los nodos, debe ser corto y significativo, por ejemplo, en el caso de un arco que parte del nodo ‘asignar tipo de política’ el texto adecuado sería ‘tipo de política asignada’, es decir el resultado de la acción realizada. Los arcos muestran caminos en la red, la dependencia conceptual entre procesos conectados por arcos orientados identifica el flujo de control: de nodos (acciones) a través de arcos (condiciones) hasta otros nodos (acciones). Esta idea simboliza el concepto de ‘acciones encadenadas’.

Nodo lógico.

Los nodos lógicos representan la forma de evaluar los arcos (condiciones) que entran en ellos. La evaluación indicará si las condiciones de entrada son obligatorias y/o alternativas, para ello utilizamos los siguientes tipos de conexión:

- ? AND. Las condiciones de entrada son obligatorias;
- ? OR. Las condiciones de entrada pueden ser, o bien alternativas, o bien ejecutarse ambas sin exclusión;
- ? XOR. Las condiciones de entrada son alternativas.

Las etiquetas asociadas a estos nodos solo pueden ser los textos anteriores (AND, OR o XOR) que representan el tipo de conexión. Los arcos que entran en un nodo lógico son condiciones, derivadas de acciones, que pueden ser verdaderas o falsas, las acciones se habrán realizado o no. El arco que sale de un nodo lógico representa la evaluación del cumplimiento o no de estas condiciones y, por tanto, igualmente, solo puede ser verdadera o falsa.

Mediante los conectores indicamos como se relacionan las conclusiones entre sí, pero el orden de evaluación no está indicado. En una red semántica no sabemos si el orden de evaluación es o no importante y si lo es, no sabemos cual es el orden adecuado, cual evaluar primero. Con la representación en redes semánticas este problema no está resuelto y se tendrá en cuenta en el diseño metodológico global que se expone en el punto fases metodológicas. En el caso de nuestro asistente este problema debe ser tratado ya que el orden de ejecución es importante para la parametrización ERP, y en general en la realización de procesos y acciones. Por ejemplo la regla ‘Si se ha recepcionado el material y se ha generado la factura entonces se ha cerrado el pedido’ debe ser evaluada en un orden preciso mediante el operador AND, primero ‘recepcionar el material’ y después ‘generar la factura’. Pero la regla ‘si se han parametrizado los datos de inventario y se han parametrizado los datos de demanda y se han parametrizado los datos de planificación entonces se ha parametrizado el módulo

MRP' no implica un orden de evaluación de las condiciones, es indiferente parametrizar antes los datos de demanda, de inventario o de planificación.

Para recorrer la red semántica podemos utilizar una estrategia de encadenamiento de reglas ya que las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Cuando se encadenan las reglas, los predicados lógicos pueden utilizarse para dar lugar a nuevos predicados. Es decir a partir de hechos conocidos podemos deducir nuevos hechos hasta que llegamos a una o varias conclusiones. Para recorrer así la red semántica debemos empezar por las reglas con premisas conocidas, concluimos esas reglas y obtenemos nuevas premisas para otras reglas y así hasta que no pueden obtenerse más conclusiones, bien porque no hay más reglas sin ejecutar, bien porque no hay más premisas conocidas. Podemos ilustrar este proceso con la figura 3.64.

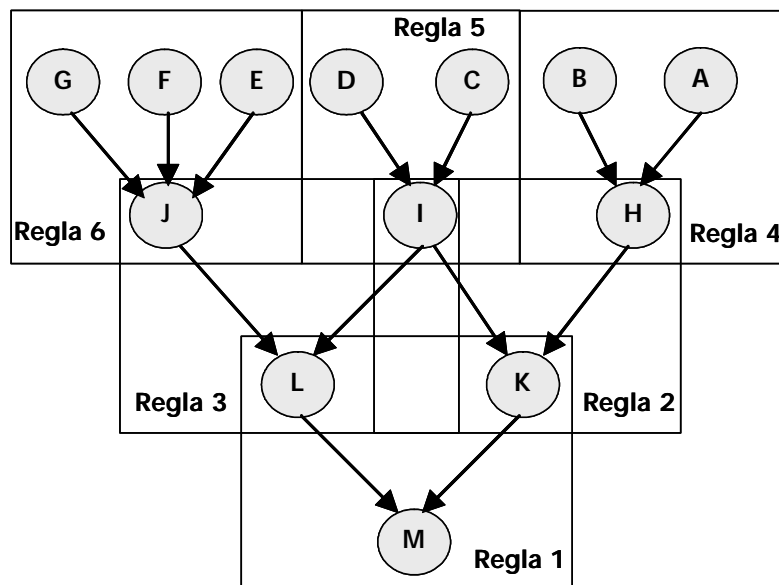


Figura 3.64 Ejemplo de encadenamiento de reglas

En la figura vemos que la regla 1 tiene como premisa las conclusiones de las reglas 2 y 3, la regla 2 tiene como premisas las conclusiones de las reglas 4 y 5 y la regla 3 tiene como premisas las conclusiones de las reglas 5 y 6. Si conocemos los hechos que aparecen como premisas a las reglas 4, 5 y 6, podemos deducir las conclusiones de las reglas 2 y 3 y, a continuación la conclusión de la regla 3. Si alguna de las premisas iniciales no fueran conocidas, por ejemplo las de la regla 6, podríamos deducir la regla 2 pero no las reglas 3 y 1.

En los ejemplos de reglas y de encadenamiento de reglas estudiados utilizamos las reglas en su sentido clásico, condiciones lógicas que conducen a condiciones lógicas, es decir, una regla se escribe normalmente como 'si premisa, entonces conclusión'. En nuestra propuesta de asistente inteligente incluimos un concepto más: el conocimiento

procedimental necesario para poder guiar al usuario en la parametrización del sistema en la que el usuario debe actuar durante el proceso de ejecución de las reglas y en la que los resultados de su actuación serán premisas para otras reglas que le hagan navegar por la red semántica. En nuestro escenario una regla estará siempre formada por dos reglas relacionadas, como veremos a continuación.

Una regla típica, en la que A, B y C son predicados lógicos, es decir, pueden tomar los valores verdadero o falso:

Si A y B entonces C

se transformará en las siguientes

Si A y B entonces ejecutar D

Si se ha ejecutado D entonces C

en las que A, B y C son predicados lógicos y D es una acción ejecutable cuya consecuencia es el predicado lógico C.

Veamos un ejemplo de aplicación de las reglas genéricas anteriores:

Si el tipo de política de planificación es punto de pedido y el nivel no está asignado entonces ejecutar la asignación de nivel

Si se ha ejecutado la asignación de nivel entonces el nivel está asignado

En estas reglas los valores de las premisas y las conclusiones son:

A = 'el tipo de política de planificación es punto de pedido'

B = 'el nivel no está asignado'

C = 'el nivel está asignado'

D = 'asignación de nivel'

Como podemos comprobar A, B y C son predicados lógicos pero D es una acción ejecutable que conduce a una conclusión C, formalización necesaria para mostrar el conocimiento procedimental.

La figura 3.65 representa gráficamente la regla clásica 'si A y B entonces C'

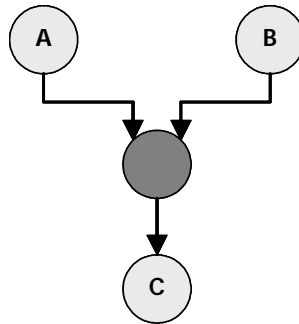


Figura 3.65 Representación de una regla clásica

En la figura anterior los nodos oscuros representan las conexiones lógicas mientras que los nodos etiquetados representan los predicados lógicos. En la figura siguiente (figura 3.66) podemos ver una regla combinada que formaliza el conocimiento procedimental.

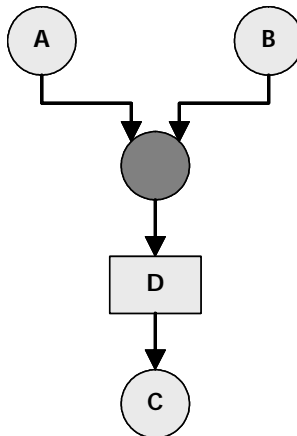


Figura 3.66 Representación de una regla de conocimiento procedimental

En la figura anterior se ha representado mediante un rectángulo un nodo especial que representa la ejecución de una acción que produce una consecuencia.

Una vez visto como nos podemos mover por una red semántica resumiremos las relaciones entre conceptos básicos de esta estructura. La estructura de la red semántica consiste en unir mediante conexiones lógicas los arcos y nodos etiquetados, como en el ejemplo de la figura 3.67. Cada regla contendrá una serie de condiciones (arcos) que se agrupan mediante conexiones (nodos lógicos) y cuya conclusión será una acción (nodo). Cada acción (nodo) producirá un resultado que se muestra en la condición de esa acción (arco). La condición da la acción final de una regla puede, a su vez, ser acción inicial en otra o más reglas, uniéndose las reglas entre sí de esta forma, obteniendo finalmente una red semántica. La figura 3.67 muestra como en una estructura de red semántica podemos distinguir distintas reglas de conocimiento encadenadas.

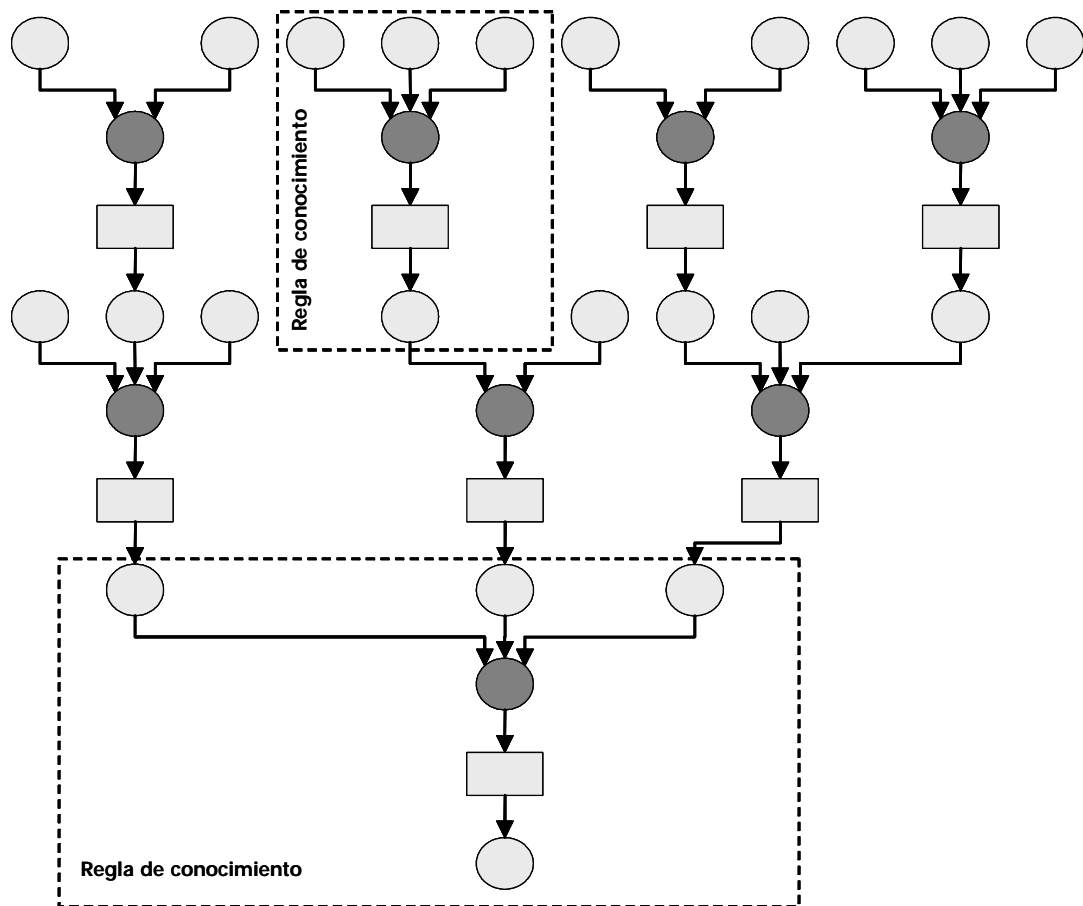


Figura 3.67 Estructura de una red semántica formada por reglas de producción

Utilizando las reglas de conocimiento procedimental unidas en una red semántica podríamos alcanzar un objetivo o conclusión realizando diversa acciones por el camino, pero el asistente inteligente diseñado en nuestra propuesta debe guiar al usuario en la consecución de un objetivo determinado por este, es decir, el usuario no parte de unas premisas conocidas sino que parte de un objetivo que pretende alcanzar, por ejemplo la parametrización de un módulo del sistema sin conocer las premisas que se deben cumplir ni las acciones que se deben realizar para llegar a él. Este es el objetivo de nuestro asistente guiar al usuario por la red semántica hasta alcanzar el objetivo marcado por él.

Para cumplir esta función nuestro asistente debe utilizar un algoritmo de encadenamiento de reglas orientado a un objetivo. Este algoritmo requiere del usuario seleccionar, en primer lugar, una conclusión o nodo objetivo; entonces el algoritmo navega a través de las reglas en búsqueda de una cuya conclusión sea el nodo objetivo. Una vez encontrada se evalúan sus premisas. Se dan valores a aquellas conocidas y se buscan reglas cuyas conclusiones sean algunas de las premisas que tenemos sin valorar, para verificar si las podemos obtener automáticamente evaluando las premisas de estas otras reglas. Si es así el algoritmo ejecutará las reglas en sentido inverso hasta que encuentre premisas sin valorar que no se puedan obtener a partir de reglas de la red

semántica. En este caso, si no se obtiene ninguna conclusión con la información existente, el algoritmo fuerza a preguntar al usuario en busca de nueva información sobre las premisas que son necesarias para obtener información sobre el objetivo.

Veamos un ejemplo de este algoritmo, adaptado a las reglas de conocimiento procedimental, utilizando la red semántica que muestra la figura 3.68.

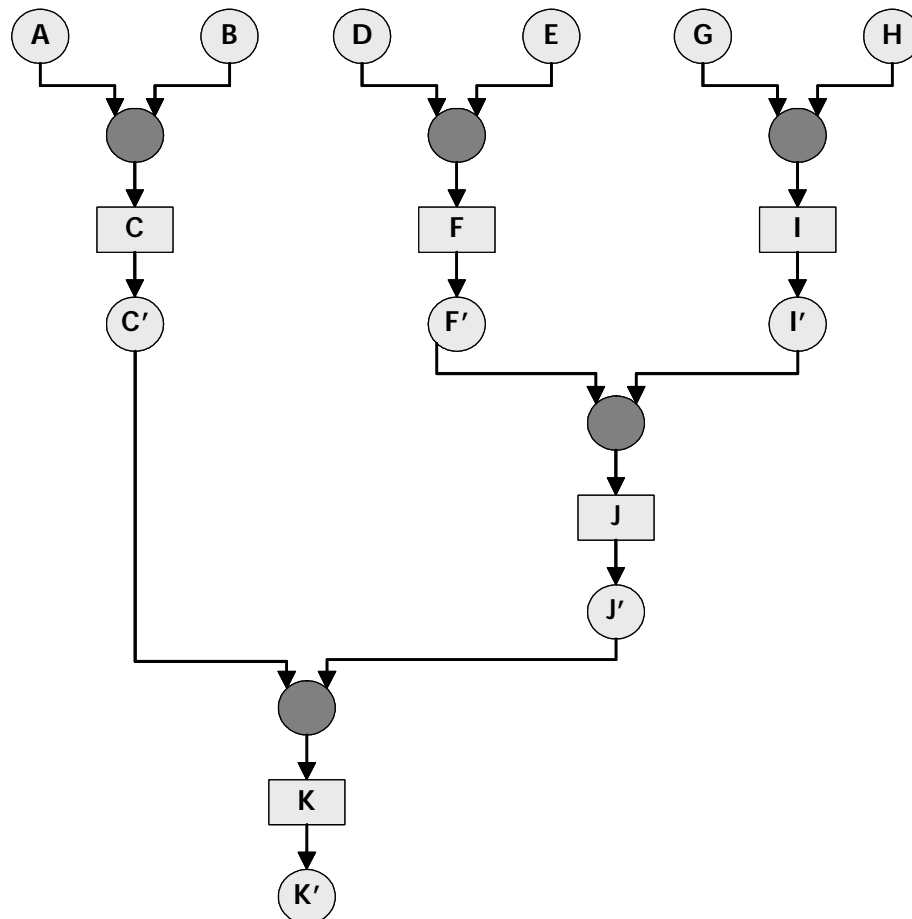


Figura 3.68 Estructura de una red semántica formada por reglas de conocimiento procedimental

La figura anterior representa las siguientes reglas:

Regla 1:

Premisa A = 'si tipo de política está predefinido'

Premisa B = 'tipo de política asignada'

Conclusión-acción C = 'terminar definición tipo de política'

Conclusión C' = 'tipo de política definido'

Conector = OR

Regla 2:

Premisa D = 'si tipo de política es punto de pedido'

Premisa E = 'nivel sin asignar'

Conclusión-acción F = 'asignar nivel'

Conclusión F' = 'nivel asignado'

Conector = AND

Regla 3:

Premisa G = 'si tipo de política es agrupación'

Premisa H = 'periodo sin asignar'

Conclusión-acción I = 'asignar periodo'

Conclusión I' = 'periodo asignado'

Conector = AND

Regla 4:

Premisa F' = 'si nivel asignado'

Premisa I' = 'si periodo asignado'

Conclusión-acción J = 'terminar definición datos política'

Conclusión J' = 'datos política definidos'

Conector = XOR

Regla 5:

Premisa C' = 'si tipo de política definido'

Premisa J' = 'si datos política definidos'

Conclusión-acción K = 'terminar parametrización política de planificación'

Conclusión K' = 'política de planificación parametrizada'

Conector = AND

Si el usuario define como objetivo K', es decir, tener en el sistema ERP parametrizada la política de planificación, el algoritmo de encadenamiento orientado a un objetivo funcionaría de la siguiente manera:

1. Se designa la conclusión K' como objetivo en curso y se añade a la lista de objetivos.

Lista de objetivos = {K'}

2. Se busca una regla que contenga a K' como conclusión.
3. La regla 5 cumple la condición. Añadimos la regla 5 a la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5}

4. Se evalúa la premisa C' de la regla 5. Su valor es desconocido, por lo que se marca C' como objetivo en curso y se añade a la lista de objetivos.

Lista de objetivos = {K', C'}

5. Se busca una regla que contenga a C' como conclusión.
6. La regla 1 cumple la condición. Añadimos la regla 1 a la lista de reglas activas.
7. Se evalúa la premisa A de la regla 1. Suponemos en este ejemplo que su valor es verdadero, es decir, que el tipo de política está predefinido.

Reglas activas = {regla5, regla1}

8. Como el conector de la regla 1 es OR no es necesario evaluar la otra premisa, la regla ya se cumple. Por lo que se obtiene la conclusión- acción C.
9. Se pide al usuario que ejecute la conclusión-acción C o 'terminar definición tipo de política'. Una vez realizada la acción se cumple la condición C'. Hemos terminado la regla 1 por lo que la quitamos de la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5}

10. Hemos obtenido C' con valor verdadero, luego quitamos C' de la lista de objetivos y tomamos el elemento anterior de la lista como objetivo en curso, es decir K'.

Lista de objetivos = {K'}

11. Tenemos la regla 5 como regla activa, en la que falta evaluar la premisa J., por lo que se marca J' como objetivo en curso y se añade a la lista de objetivos.

Lista de objetivos = {K', J'}

12. Se busca una regla que contenga a J' como conclusión.
13. La regla 4 cumple la condición. Añadimos la regla 4 a la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5, regla4}

14. Se evalúa la premisa F' de la regla 4. Su valor es indefinido por lo que se marca F' como objetivo en curso y se añade a la lista de objetivos.

Lista de objetivos = {K', J', F'}

15. Se busca una regla que contenga a F' como conclusión.

16. La regla 2 cumple la condición. Añadimos la regla 2 a la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5, regla4, regla2}

17. Se evalúa la premisa D de la regla 2. Suponemos en este ejemplo que su valor es verdadero, es decir, que el tipo de política es punto de pedido.

18. Como el conector de la regla 2 es AND se evalúa la otra premisa.

19. Se evalúa la premisa E de la regla 2. Suponemos en este ejemplo que su valor es verdadero, es decir, que el nivel está sin asignar.

20. La regla 2 ya se cumple. Por lo que se obtiene la conclusión- acción F.

21. Se pide al usuario que ejecute la conclusión-acción F o 'asignar nivel'. Una vez realizada la acción se cumple la condición F'. Hemos terminado la regla 2 por lo que la quitamos de la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5, regla4}

22. Hemos obtenido F' con valor verdadero, luego quitamos F' de la lista de objetivos y tomamos el elemento anterior de la lista como objetivo en curso, es decir K'.

Lista de objetivos = {K', J'}

23. Tenemos la regla 4 como regla activa, en la que falta evaluar la premisa I'

24. Se evalúa la premisa I' de la regla 4. Su valor es indefinido por lo que se marca I' como objetivo en curso y se añade a la lista de objetivos.

Lista de objetivos = {K', J', I'}

25. Se busca una regla que contenga a I' como conclusión.

26. La regla 3 cumple la condición. Añadimos la regla 3 a la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5, regla4, regla3}

27. Se evalúa la premisa G de la regla 3. Suponemos en este ejemplo que su valor es falso, es decir, que el tipo de política no es agrupación, como ya habíamos supuesto antes, es punto de pedido.

28. Como el conector de la regla 3 es AND no es necesario evaluar la otra premisa, la regla no se cumple. Por lo que se obtiene como falso el valor de I', es decir el periodo no está asignado.

29. Hemos terminado la regla 3 por lo que la quitamos de la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5, regla4}

30. Hemos obtenido I' con valor falso, luego quitamos I' de la lista de objetivos y tomamos el elemento anterior de la lista como objetivo en curso, es decir J'.

Lista de objetivos = {K', J'}

31. Tenemos la regla 4 como regla activa, en la que tenemos los valores de las premisas F' (verdadero) e I' (falso).

32. Como el conector de la regla 4 es un XOR el resultado es verdadero y hemos terminado la regla 4 por lo que la quitamos de la lista de reglas activas.

Reglas activas = {regla5}

33. Hemos obtenido un valor de J' verdadero y lo quitamos de la lista de objetivos y tomamos el elemento anterior de la lista como objetivo en curso, es decir K'.

Lista de objetivos = {K'}

34. Tenemos la regla 5 como regla activa, en la que tenemos los valores de las premisas C' (verdadero) e J' (verdadero). Como el conector de la regla 5 es AND, obtenemos un valor verdadero.

35. La regla 5 se cumple. Por lo que se obtiene la conclusión- acción K.

36. Se pide al usuario que ejecute la conclusión-acción K o 'terminar parametrización política de planificación'. Una vez realizada la acción se cumple la condición K', es decir 'política de planificación parametrizada'.

37. Hemos terminado la regla 5 por lo que la quitamos de la lista de reglas activas.

Reglas activas = {}

38. Hemos obtenido el valor verdadero de la conclusión objetivo K', luego la quitamos de la lista de objetivos y damos por terminado el algoritmo de encadenamiento.

Lista de objetivos = {}

3.2.2. Métricas de calidad en la implantación de un ERP

La calidad de los sistemas ERP en uso no es un hecho puntual sino que fluctúa con el tiempo y los cambios en el entorno del negocio, los sistemas de información y la propia empresa (política de personal, gestión del cambio, estrategia empresarial, etc.), más aún en el ámbito de la actual gestión empresarial flexible. Esta flexibilidad se puede definir como la aptitud de una organización a combinar en el tiempo y en el espacio los elementos que la constituyen y redefinir sus características para poder mantener o aumentar su propio nivel de prestaciones, frente a los cambios del ambiente y del entorno.

De este modo es necesario realizar una gestión de la calidad permanente, para alcanzarla y mantenerla, como parte de un proceso de mejora continua. De ahí que nuestro trabajo incluya un control de calidad continuo, de forma que el asistente inteligente proponga la revisión constante de la parametrización inicial del sistema para adecuarse a los cambios y tienda siempre a la excelencia introduciendo los conceptos secuenciales de:

- ? Medición, aplicando las métricas de calidad establecidas;
- ? Control, comparando los resultados obtenidos con los deseados;
- ? Diagnostico, determinando las funciones y estrategias de negocio a revisar según la comparación realizada;
- ? Actuación, modificando la parametrización del sistema ERP para que se adapte a las nuevas funciones y estrategias;
- ? Consolidación, capturando y reutilizando los cambios realizados y sus consecuencias.

Por tanto, nuestro asistente no solo será útil durante el desarrollo del proyecto de implantación del sistema ERP, sino que deberá ser utilizado a lo largo de todo su ciclo de vida, proporcionando una evolución continua en la optimización del ERP. Para realizar este objetivo definimos tres fases de trabajo: primero identificar el ámbito de evaluación de la calidad, segundo definir criterios e índices de calidad a aplicar y tercero relacionar estos con la parametrización realizada en el sistema.

Identificación del ámbito de evaluación de la calidad.

Para realizar la primera fase sabemos que la gestión de la calidad pasa por establecer primero los niveles a analizar, en nuestro caso determinamos los siguientes:

- ? Nivel institucional que se refiere a decisiones estratégicas como el sistema ERP a utilizar, interfaces con otros sistemas, inversión monetaria y recursos, etc.
- ? Nivel de gestión que comprende la gestión técnica desde Servicios Informáticos, la administración de recursos, los planes formativos, los grupos de soporte y resolución de problemas, permisos de acceso a módulos y transacciones, etc.
- ? Nivel de sistema que incluye aspectos técnicos y de funcionamiento.
- ? Nivel de participante que comprende clientes, suministradores, personal técnico, personal usuario y dirección.

Para cada uno de estos niveles se pueden analizar criterios de calidad referidos al propio proceso y al producto o resultado del proceso. El primero indica la bondad de métodos y procedimientos y el segundo la bondad de los resultados conseguidos. Además se deben distinguir para cada criterio indicadores cualitativos y cuantitativos, por ejemplo grado de satisfacción de los clientes o número de usuarios autorizados a acceder al sistema ERP.

La presente propuesta se centra en aspectos funcionales del sistema ERP que guían su parametrización, ya que decisiones de tipo técnico, de gestión o institucional, como módulos del sistema ERP a implantar, tipo de base de datos y de entorno de programación, recursos humanos dedicados al mantenimiento del sistema ERP, etc., se toman independientemente del proceso de parametrización del propio sistema. Por tanto la función de calidad del asistente propuesto debe ceñirse a los niveles de sistema y de participante y a los resultados del proceso, es decir beneficios y debilidades de su uso, analizando, en consecuencia, el producto o resultado conseguido. También es importante que al establecer las métricas de calidad se tenga en cuenta el entorno de la implantación, es decir, el tamaño de la empresa, su cultura empresarial y la taxonomía empresarial en la que está incluida, así como sus propios planes estratégicos.

Definición de criterios e índices de calidad a aplicar.

Los proyectos de implantación de un sistema ERP prácticamente solo tienen desventajas: son costosos, requieren largos tiempos de realización, minan la fiabilidad

del sistema, pues inciden sobre procesos ya probados, y convierten la actualización del software a través de versiones sucesivas en una actividad difícil y costosa, ya que la empresa productora del ERP lo actualiza periódicamente para corregir errores y para añadir nuevas funcionalidades fruto, en general, de incorporaciones al sistema de personalizaciones solicitadas por los clientes.

Para dar una idea de la complejidad de los proyectos de adopción de un ERP basta recordar el gran número de proyectos fallidos, con realizaciones parciales o abandonados completamente. Su finalización con éxito está ligada a una serie de factores encontrados en los casos positivos.

Para Cisco System INc., empresa operante en el sector para dar apoyo técnico o consultoría en muchos de estos proyectos, los elementos de éxito, en orden de importancia, son los siguientes:

- ? Apoyo constante de la dirección empresarial al proyecto, no debe ser considerado un proyecto informático sino un proyecto empresarial estratégico desde el primer momento.
- ? Creación de un equipo de proyecto que incluya los recursos más importantes de la empresa, sin caer, como es habitual, en el uso del personal no importante en su área. Las personas implicadas deben ser capaces de tomar decisiones importantes y de resolver los problemas que se planteen. El equipo debe incluir, además, personas de las empresas proveedoras del software/hardware y consultores. Es importante definir un plan de formación de este equipo previo a la implantación del ERP largo y costoso.
- ? Dedicación de un gran esfuerzo inicial a la definición de la configuración del sistema y la planificación de los recursos necesarios, humanos y materiales, para llevarla a buen término.
- ? Parametrización del sistema consecuente con las necesidades estratégicas empresariales, que permita a la empresa trabajar como definían sus planes, utilizando los parámetros del sistema sin modificar el software. Esta parametrización debe responder a las exigencias fundamentales de la empresa.
- ? Gestión del proyecto a través de una metodología precisa que guíe las actividades del mismo.
- ? Evitar pérdidas de tiempo y tiempos muertos durante el proceso.

- ? Sustituir todas las aplicaciones actuales que sea posible, disminuyendo la necesidad de interfaces.

Esta lista puede completarse con otras procedentes de diversos autores, pero establece los principios fundamentales que deben guiar la implantación ERP, que, resumiendo, se refieren a una buena metodología y planificación del proyectos, unos sólidos conocimientos del equipo de proyectos y una adecuada correspondencia entre las decisiones de configuración y parametrización con la estrategia empresarial.

Otros autores han realizado estudios formales sobre las condiciones que debe evaluarse para tomar una decisión tan importante como implantar un sistema ERP. [Sanchez et al., 2005] destaca los siguientes factores, que completan los expuestos anteriormente:

- ? Inversión necesaria en tecnologías de la información;
- ? Precio de la implantación, que incluye la compra del sistema, los costes internos y las empresas consultoras;
- ? Urgencia en la implantación, es decir, plazo previsto del proyecto y dependencias de su cumplimiento;
- ? Grado de diferencias entre el funcionamiento actual de la empresa y los proceso estándar que propone el sistema ERP;
- ? Interrelación con otros subsistemas o necesidad de desarrollo de interfaces;
- ? Capacidades del usuario para definir requisitos y especificar necesidades;
- ? Respuesta a los cambios del personal, es decir, aplicación de una buena política de gestión del cambio en la empresa y resultados esperados según el tipo de plantilla;
- ? Competencia del proveedor seleccionado, experiencias de éxito en otras empresas, capacidad de soporte, implantación internacional, etc.;
- ? Capacidad de influencia de la compañía en el proveedor y en las empresas suministradoras de tecnología y consultoras.

Finalmente [Allen et al., 2002] estudian implantaciones en entornos universitarios y destacan los siguientes factores: cultura organizacional, política estructural, comunicación, tecnología y gestión del conocimiento.

Los factores vistos hasta ahora responden a la calidad antes y durante el proceso de implantación del ERP. Nuestro asistente debe medir la calidad de los resultados de la implantación y asociar estos resultados de calidad con las acciones realizadas durante la parametrización del sistema, que pasa de ser una actividad casi exclusiva de la implantación a tener significado e importancia durante todo el ciclo de vida del sistema ERP. Los estudios sobre este tipo de factores son menos y de mayor dificultad. [Markus et al., 2001] los analiza y los agrupa en los siguientes:

- ? Facilidad en la toma de decisiones teniendo a disposición información más segura y elaborada.
- ? Mejora en los resultados cuantificables del negocio, como disminución del inventario y reducción de costes de operación.
- ? Disminución del tiempo de proceso y de la introducción de errores por parte de los usuarios.
- ? Aumento de la satisfacción de clientes y proveedores en cuanto a tiempos de respuesta, entregas y pagos.
- ? Facilidad en conseguir flexibilidad empresarial adaptando el sistema a nuevos procesos y estrategias.
- ? Aumento del conocimiento de los usuarios finales sobre el sistema, su utilización en los procesos de negocio y sus consecuencias.
- ? Mejora de las relaciones y comunicación entre los participantes: dirección, empleados, clientes y proveedores.

De entre los parámetros anteriores la mayoría de ellos se consiguen con la ayuda del asistente, tales como el conocimiento sobre los procesos de negocio, el uso del ERP para llevarlos a cabo, obtener información sobre ellos y facilitar la comunicación y la facilidad de adaptar la empresa a nuevas estrategias modificando la parametrización del ERP. El otro grupo de factores se refiere a los resultados del proceso, por lo que entra dentro del estudio de calidad que proponemos, y afecta a los resultados cuantificables del negocio y la satisfacción de los clientes y proveedores en sus relaciones con la empresa.

Dentro de la función de calidad del asistente propuesto se han realizado estudios relativos a los dos niveles por nosotros definidos: sistema y participante. Estos estudios son bastante genéricos y se refieren a criterios muy generales y poco detallados. En el caso de nivel de participante no es necesaria una mayor precisión, ya que se trata de criterios igualmente válidos para distintas taxonomías empresariales y, dentro de cada una, para cualquier módulo, submódulo, proceso y función. Por tanto nos basaremos para establecer nuestra propuesta en los criterios definidos por [Bagchi et al., 2003] para el nivel de participante. En este nivel los criterios son muy generales e independientes de la parametrización concreta realizada, aunque si dependen de la calidad del sistema ERP seleccionado. En este contexto no serán utilizados por el asistente en el proceso de retroalimentación de la parametrización, sino que pueden ser utilizados para la mejora global de la calidad del sistema ERP, sirviendo como entrada a personalizaciones y mejoras o a peticiones de nuevas versiones a la empresa constructora o distribuidora, independientemente de las funciones del asistente. Los criterios definidos son:

- ? Control sobre el sistema, es decir, los usuarios se sienten plenamente seguros de que las acciones que quieren realizar las han podido realizar tal como querían.
- ? Actitud hacia el sistema, que indica la aversión o simpatía que produce en los usuarios la actividad sobre el sistema.
- ? Intención de uso del sistema, es decir, la intención del usuario de utilizar el sistema para resolver problemas o realizar actividades relacionadas con su trabajo.
- ? Usabilidad del sistema, se refiere a si es fácil y rápido utilizar el sistema después de haber recibido la formación básica sobre el mismo.
- ? Personalización del sistema, es decir la capacidad de este de ser modificado en su comunicación con el usuario según las necesidades del mismo, por ejemplo, poder crear menús personalizados, definir teclas de función, cambiar la apariencia de las barras de control, etc.
- ? Adaptabilidad del sistema, que indica la posibilidad de adaptación a distintos tipos de usuarios, como usuarios con distintos niveles auditivos o visuales o distintas capacidades manuales.
- ? Influencia sobre la productividad, es decir, la opinión del usuario sobre la influencia que tiene el uso del sistema sobre su productividad.

Todos estos criterios llevan asociados unos índices de tipo cualitativo, es decir, no pueden ser cuantificados sino que la respuesta del usuario debe ser definida textualmente con valores del tipo 'Muy Alto', 'Alto', 'Medio', 'Bajo' y 'Muy Bajo'.

Vamos a considerar, para el otro nivel definido, es decir, el nivel de sistema, un estudio realizado por [Hitt, 1999]. Como ya hemos dicho es muy general y se refiere a factores relacionados con aspectos financieros. Estos factores son:

- ? Productividad. Relaciona las ventas valoradas con el número de empleados.
- ? ROA. Relaciona el beneficio antes de impuestos con el número de códigos gestionados.
- ? Inventario. Relaciona el beneficio antes de impuestos con el inventario valorado.
- ? ROE. Relaciona el beneficio antes de impuestos con el dividendo.
- ? Margen. Relaciona el beneficio antes de impuestos con las ventas valoradas.
- ? Códigos. Relaciona las ventas valoradas con el número de códigos gestionados.
- ? Cobros. Relaciona las ventas valoradas con el valor de las cuentas a cobrar.
- ? Deuda. Relaciona la deuda total con el dividendo.

La tabla de la figura 3.69 muestra los criterios definidos y los valores obtenidos para cada uno de ellos antes y después de la implantación de un sistema ERP. Este estudio se basa en las encuestas realizadas a, aproximadamente, el 70% de las compañías que han comprado licencias del sistema ERP SAP R/3 entre los años 1986 y 1998. Los resultados se han medido antes y después de la implantación del ERP, con un intervalo de dos años.

CRITERIO	VALOR ANTERIOR	VALOR POSTERIOR
Productividad	0,0460	0,0478
ROA	0,0695	0,0722
Inventario	0,0580	0,0605
ROE	0,0591	0,0607
Margen	0,0713	0,0731
Códigos	0,0320	0,0329
Cobros	0,0421	0,0432
Deuda	0,0888	0,0867

Figura 3.69 Tabla de resultados de calidad aplicados a implantaciones reales del sistema SAP R/3

Basándonos en los ejemplos estudiados debemos establecer criterios asociados a los diferentes procesos que se realicen en la empresa, teniendo en cuenta que los procesos de negocio van asociados a las clasificaciones establecidas en la taxonomía elegida, como hemos visto en el punto 3.2.1 (Taxonomía empresarial para la parametrización ERP). Dentro de cada proceso se definirán criterios que se categorizarán según su importancia estratégica para el entorno empresarial. Por tanto, cada criterio vendrá definido por seis atributos:

- ? **Prioridad.** Indica la importancia que tiene el criterio en el entorno empresarial. Sus valores pueden ser: ‘Crítica’, ‘Muy importante’, ‘Importante’, ‘Aceptable’, ‘Poco importante’ e ‘Innecesaria’.
- ? **Requerimientos mínimos.** Indica el nivel de soporte que debe proporcionar el proceso de negocio para poder obtener los valores más positivos del criterio. Sus valores pueden ser: ‘Soporte básico’, ‘Soporte medio’ y ‘Soporte total’.
- ? **Importancia relativa.** Indica la importancia del criterio en relación al resto de criterios del mismo proceso. Para definirla se aplica un porcentaje. La suma de la importancia relativa de todos los criterios del mismo proceso debe ser 100.
- ? **Índice.** Indica los posibles valores del criterio. Estos pueden definirse con un rango de valores continuo, por ejemplo, número natural de 0 a 1; un rango de valores discreto, por ejemplo, número real de 1 a 100; un conjunto de valores ordenados, por ejemplo, ‘alto’, ‘medio’ y ‘bajo’;
- ? **Valor mínimo.** Valor, dentro del índice del criterio, que debe alcanzarse para considerar el criterio cumplido, aunque con un valor mínimo, es decir, valores inferiores al mínimo no son aceptables en el entorno empresarial.
- ? **Valor óptimo.** Valor, dentro del índice del criterio, que debe alcanzarse para considerar el criterio cumplido positivamente, es decir, valores superiores al valor óptimo se consideran un cumplimiento excelente y valores comprendidos entre el valor mínimo y el óptimo se consideran aceptables, aunque mejorables.

El nivel de detalle de los criterios debe establecerse según las necesidades empresariales. En un primer momento no debería ser demasiado exhaustivo y debería cuantificar los parámetros más significativos del negocio. Dentro del proceso financiero, los criterios establecidos por [Hitt, 1999], que ya hemos visto, serían válidos. Una vez que se tienen bajo control estos criterios básicos, deberían ampliarse para alcanzar mayor precisión y darnos indicaciones más precisas de las acciones a realizar para

mejorarlos, como hará el asistente aquí diseñado. Presentamos algunos ejemplos de posibles criterios:

- ? Coste de la emisión de un pedido de compra;
- ? Tiempo medio de almacenaje;
- ? Número de nuevos clientes en el último año;
- ? Tiempo medio de recepción de un material;
- ? Número de correcciones de inventario en recuentos;
- ? Cantidad de productos rechazados en el control de calidad de fin de línea;
- ? Número de códigos faltantes en una orden de montaje final;
- ? Valoración media de la encuesta de satisfacción al cliente;
- ? Número máximo de días de retraso en la entrega de un pedido cliente;
- ? Coste medio de producción de los códigos de clase A;
- ? Coste medio de transporte de un pedido cliente;
- ? Número de facturas erróneas devueltas.

Relación de la métrica de calidad elegida con la parametrización realizada en el sistema.

Una vez establecido el ámbito, caracterización y tipo de índices y criterios de calidad a considerar, nos falta por completar el último paso en el proceso de definición de una métrica de calidad para los resultados de implantaciones ERP. Este paso es necesario para que el asistente realice su función de retroalimentación, es decir, seleccionar los criterios más necesarios o importantes, comparar los resultados obtenidos de estos criterios con los esperados, determinar los criterios incumplidos o mejorables y proponer al usuario los subdominio priorizados cuya parametrización se debe revisar según este análisis de resultados y aconsejar correcciones que puedan resolver los problemas de calidad. Para poder guiar al usuario en esta tarea se deben asociar los criterios a caminos y parámetros de la red semántica del dominio. Para ello habrá que clasificar cada parámetro del dominio y cada criterio dentro del ERP. La clasificación se realizará a tres niveles: módulo, submódulo y categoría. Cada criterio y cada parámetro se incluirán en esta jerarquía.

Vamos a establecer esta clasificación para un sistema ERP estándar:

1. Módulo Financiero.
 - 1.1. Submódulo Libro mayor.
 - 1.1.1. Categoría Estructura.
 - 1.1.2. Categoría Plan contable.

- 1.1.3. Categoría Controles.
- 1.2. Submódulo Contabilidad financiera.
 - 1.2.1. Categoría Flujo de tesorería.
 - 1.2.2. Categoría Cuentas a cobrar.
 - 1.2.3. Categoría Cuentas a pagar.
 - 1.2.4. Categoría Contabilidad de productos.
 - 1.2.5. Categoría Contabilidad bancaria.
 - 1.2.6. Categoría Contabilidad diaria de caja.
 - 1.2.7. Categoría Contabilidad de inventario.
 - 1.2.8. Categoría Contabilidad de impuestos.
- 1.3. Submódulo de Control de Gestión.
 - 1.3.1. Categoría Contabilidad de centros de coste.
 - 1.3.2. Categoría Contabilidad de órdenes internas.
 - 1.3.3. Categoría Contabilidad de proyectos.
 - 1.3.4. Categoría Costes por producto.
 - 1.3.5. Categoría Control de rentabilidad.
- 2. Módulo de Recursos Humanos.
 - 2.1. Submódulo Organización.
 - 2.1.1. Categoría Gestión de la contratación.
 - 2.1.2. Categoría Perfil de puestos y salarios.
 - 2.1.3. Categoría Prestaciones.
 - 2.2. Submódulo Gestión del personal.
 - 2.2.1. Categoría Nómina.
 - 2.2.2. Categoría Perfil de los empleados.
 - 2.2.3. Categoría Desarrollo personal y formación.
 - 2.2.4. Categoría Control de presencia.
- 3. Módulo Logístico.
 - 3.1. Submódulo Aprovisionamiento.
 - 3.1.1. Categoría Proveedores.
 - 3.1.2. Categoría Compradores.
 - 3.1.3. Categoría Órdenes de compra.
 - 3.1.4. Categoría Contratos marco.
 - 3.1.5. Categoría Compras por proyectos.
 - 3.2. Submódulo Inventario y almacenes.
 - 3.2.1. Categoría Inventario físico y recuentos.
 - 3.2.2. Categoría Distribución del almacén.
 - 3.2.3. Categoría Recepción.
 - 3.2.4. Categoría Retirada de material.
 - 3.2.5. Categoría Embalaje y expedición.
 - 3.2.6. Categoría Reservas y asignaciones.
 - 3.2.7. Categoría Control de lotes.
 - 3.3. Submódulo Planificación.

- 3.3.1. Categoría Previsiones y consumo.
 - 3.3.2. Categoría Políticas de planificación.
 - 3.3.3. Categoría Control de proyectos.
 - 3.3.4. Categoría Estructuras de configuración.
 - 3.3.5. Categoría Seguimiento de las necesidades de material.
4. Módulo de Producción.
- 4.1. Submódulo Datos técnicos.
 - 4.1.1. Categoría Datos de códigos.
 - 4.1.2. Categoría Clasificación.
 - 4.1.3. Categoría Estructura de materiales.
 - 4.1.4. Categoría Rutas de trabajo.
 - 4.1.5. Categoría Investigación de nuevos productos.
 - 4.2. Submódulo Fabricación.
 - 4.2.1. Categoría Control de lotes.
 - 4.2.2. Categoría Tratamiento del faltante.
 - 4.2.3. Categoría Recogida de datos en planta.
 - 4.2.4. Categoría Aprovisionamiento de líneas.
 - 4.2.5. Categoría Control de calidad.
 - 4.2.6. Categoría Montaje final.
 - 4.3. Submódulo Recursos.
 - 4.3.1. Categoría Centros de trabajo.
 - 4.3.2. Categoría Máquinas y herramientas.
 - 4.3.3. Categoría Control de la capacidad.
5. Módulo de Ventas.
- 5.1. Submódulo Órdenes de venta.
 - 5.1.1. Categoría Vendedores y áreas de venta.
 - 5.1.2. Categoría Precios y descuentos.
 - 5.1.3. Categoría Configuración de producto.
 - 5.1.4. Categoría Seguimiento de órdenes.
 - 5.1.5. Categoría Facturación.
 - 5.1.6. Categoría Control de proyectos.
 - 5.2. Submódulo Servicio postventa.
 - 5.2.1. Categoría Reparaciones.
 - 5.2.2. Categoría Documentación y soporte a clientes.
 - 5.2.3. Categoría Reclamaciones y devoluciones.
 - 5.2.4. Categoría Control de calidad.
 - 5.3. Submódulo Marketing.
 - 5.3.1. Categoría Estudios de mercado.
 - 5.3.2. Categoría Análisis de competidores.

Como hemos dicho tanto los parámetros que irán asociados al dominio del asistente como los criterios de calidad convergerán en el mismo grupo 'Módulo-submódulo-

categoría'. En el caso de los parámetros su clasificación viene dada por la propia estructura del sistema ERP y por el uso de los parámetros en ciertos módulos y procesos. Veamos algunos ejemplos de clasificación de parámetros:

- ? Los parámetros que definen la estructura física del almacén, es decir, la numeración de plantas, almacenes, secciones, estanterías y ubicaciones pertenecen al grupo 'Logístico-Inventario y almacenes-Distribución del almacén'.
- ? Los parámetros que definen el tipo de clasificación de los materiales y productos, como clase A, B o C pertenecen al grupo 'Producción-Datos técnicos-Clasificación'.
- ? El parámetro que define la barrera de la demanda para el consumo de provisiones pertenece al grupo 'Logístico-Planificación-Provisiones y consumo'.
- ? La definición del calendario fiscal y los periodos de ajuste e irregulares pertenece al grupo 'Financiero-Libro mayor-Estructura'.
- ? La definición de la estructura de las áreas de venta pertenece al grupo 'Ventas-Órdenes de venta-Vendedores y áreas de venta'.

En el caso de los criterios de calidad la clasificación es algo más compleja ya que el origen del no cumplimiento de calidad de un criterio puede ser debido a varias causas, por tanto, algunos criterios pueden estar asociados a varios grupos de clasificación. Veremos algunos ejemplos de clasificación de criterios de calidad. Para ello usaremos alguno de los ejemplos de criterios ya presentados:

- ? Coste de la emisión de un pedido de compra. Pertenece al grupo 'Logístico-Aprovisionamiento-Órdenes de compra'.
- ? Tiempo medio de almacenaje. Pertenece a los grupos 'Logístico-Inventario y almacenes-Inventario físico y recuentos' y 'Logístico-Inventario y almacenes-Retirada de material' y 'Logístico-Planificación-Políticas de planificación'.
- ? Número de nuevos clientes en el último año. Pertenece a los grupos 'Ventas-Marketing-Estudios de mercado' y 'Ventas-Marketing-Análisis de competidores'.

- ? Tiempo medio de recepción de un material. Pertenece al grupo 'Logístico-Inventario y almacenes-Recepción'.
- ? Número de códigos faltantes en una orden de montaje final. Pertenece al grupo Logístico-Planificación-Seguimiento de las necesidades de material'.
- ? Número máximo de días de retraso en la entrega de un pedido cliente. Pertenece a los grupos 'Ventas-Órdenes de venta-Seguimiento de órdenes' y 'Logístico-Inventario y almacenes-Embalaje y expedición'.
- ? Coste medio de producción de los códigos de clase A. Pertenece a los grupos 'Producción-Datos técnicos-Rutas de trabajo' y 'Producción-Recursos-Control de capacidad'.

3.3. FASES METODOLÓGICAS

Una vez detalladas las bases teóricas y prácticas con las que trabaja el sistema y la justificación de su uso, en concreto, la taxonomía empresarial, la técnica EPC para el modelado, las reglas de producción asociadas en redes semánticas y las métricas de calidad, vamos a detallar las fases metodológicas a desarrollar para dotar de contenido a los distintos módulos que forman la arquitectura, es decir, poder realizar la obtención y formalización de la base de conocimientos del dominio, de métricas de calidad y de usuarios.

En primer lugar estableceremos la obtención del conocimiento contenido en el módulo del dominio, que forma la parte más compleja de todo el conocimiento contenido en el asistente. Primero daremos una visión general de las dos fases principales que lo componen: la obtención de la red semántica y la asociación de información adicional. La primera fase, por su dificultad y extensión, se ha dividido en varios pasos: obtención del modelo EPC, transformación y validación mediante la herramienta ARIS, formalización con el lenguaje XML y generación de la red semántica. Para cada uno de estos pasos se diseñará una metodología que será explicada detalladamente.

En segundo lugar estableceremos la forma de obtención del conocimiento contenido en el módulo del usuario. Dicho contenido se refiere a las preferencias del usuario y su propia estrategia empresarial relacionada con el dominio. Para construirlo se han establecido varios pasos que permitirán, partiendo del propio usuario, los expertos y la taxonomía empresarial creada, determinar valores personalizados de reglas y parámetros.

Finalmente detallaremos la obtención del conocimiento contenido en el módulo de calidad. Consiste en partir del conocimiento experto y del conocimiento del dominio para determinar la relación entre los criterios de calidad genéricos que será posible que utilice cada organismo o empresa con las reglas de la red semántica que están implicadas en cada criterio.

3.3.1. Módulo del dominio

El módulo del dominio completo está formado por un conjunto de subdominios. Cada uno de ellos corresponde a un proceso de negocio, ya sea en sentido amplio, como Ventas, Logística, etc. o en sentido detallado, como Generación de una orden de producción o Expedición de un albarán. El conocimiento del dominio comprende no

solo los parámetros y sus posibles valores sino también reglas de actuación para llevar a cabo determinados procedimientos y conseguir ciertas estrategias empresariales, así como ayudas que clarifiquen la actuación propuesta por el asistente o justifiquen las decisiones tomadas por el usuario. Estas ayudas deben asociarse a cada una de las reglas de producción y a los parámetros relativos. Por ejemplo, asociado a la regla de producción que guíe la elección de la política de planificación, podrá aparecer un texto o un video o una grabación audio que explique el significado y las consecuencias de cada una de las políticas. También se podrá asociar información a los parámetros, no solo a las reglas, por ejemplo si se decide utilizar la política punto de pedido se debe definir un valor temporal y se podrá asociar a dicho valor un gráfico que compare los resultados con distintos valores. Concluyendo, debemos obtener tres tipos de conocimiento normalizado:

1. Reglas de producción que guíen al usuario a realizar la parametrización del sistema ERP unidas entre sí formando redes semánticas. El asistente guiará al usuario por esta red según las preferencias de este, su estrategia empresarial, los resultados de calidad del uso del sistema, etc.
2. Los parámetros a definir en cada paso y sus posibles valores. Estos datos deberán estar asociados a los nodos correspondientes de la red semántica y serán presentados durante el recorrido que realice por ella el usuario.
3. Información asociada a los distintos nodos de la red semántica o a los parámetros. Esta información servirá de ayuda al usuario en sus decisiones y como soporte explicativo de la actuación del asistente.

Vamos a presentar de forma gráfica el proceso metodológico dividido en dos fases. A continuación explicaremos brevemente cada uno de los pasos de cada fase y su integración. Finalmente detallaremos los pasos más importantes, su metodología y las herramientas utilizadas: obtención del modelo EPC, representación del modelo EPC mediante la herramienta ARIS, formalización del modelo EPC en lenguaje XML, transformación del lenguaje XML en reglas de conocimiento y obtención de parámetros.

La primera fase es la más importante y compleja. Consiste en pasar del conocimiento del experto en el sistema ERP a un conjunto de reglas de producción unidas entre sí formando una red semántica, que representa el conocimiento procedimental. La segunda fase consiste en asociar información adicional, en forma de datos sobre los parámetros del sistema ERP o en forma de documentos de cualquier tipo (textuales, gráficos, auditivos, etc.) que se asocien a los parámetros, a las reglas o a cualquier nodo de la red semántica.

La figura 3.70 muestra el proceso metodológico que realiza el asistente inteligente durante la primera fase, que obtiene la red semántica.

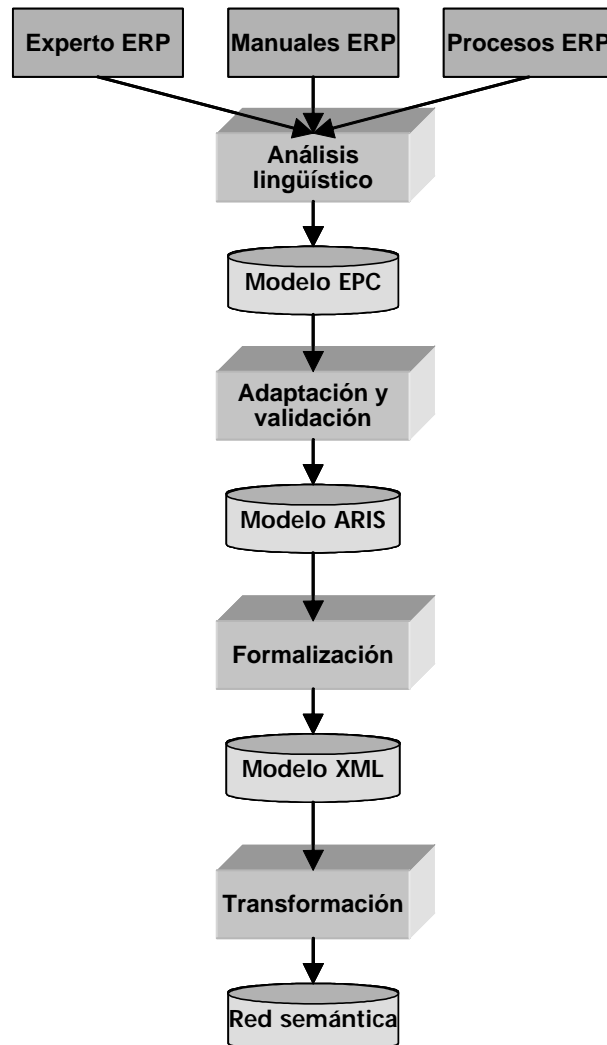


Figura 3.70 Proceso de obtención de la red semántica

En esta fase se parte del conocimiento de los expertos consultores del sistema ERP, de los manuales del sistema y de las representaciones existentes de los proceso del sistema mediante herramientas de modelado de negocio. El uso de este último tipo de representaciones es muy habitual en el ambiente empresarial y en el de los sistemas de información empresariales. Por ello el primer paso de esta fase consiste en modelar todo este conocimiento en forma de diagramas EPC en un proceso denominado Análisis lingüístico. Estos diagramas deben representar el proceso de parametrización del sistema ERP mediante eventos y funciones, como ya hemos visto. Además añadiremos a las funciones que realizan directamente parametrizaciones del sistema los parámetros a definir en cada una, mediante los elementos de los EPC denominados objetos de información. El uso de la técnica EPC favorecerá la implicación de los consultores expertos del sistema, que están habituados a esta forma de representación. Por otro lado se han establecido algunas normas, que se verán detalladas más adelante, para facilitar

la transformación del lenguaje natural. Igualmente no será difícil utilizar y traducir a EPC los procesos modelados mediante otras técnicas.

A partir de la obtención de los diagramas EPC realizaremos una serie de pasos automáticos que consisten en:

- ? Adaptación y validación. En este paso, los diagramas EPC que forman el modelo EPC se implementan en la herramienta ARIS. Para ello debemos adaptar el modelo obtenido a las normas de esta herramienta. Una vez realizada la implementación validaremos el modelo definiendo el control de errores a realizar y utilizando opciones de la herramienta. Los diagramas se modificarán según los errores encontrados hasta obtener una validación completa. Este paso es importante, no solo por la utilización de un soporte informático para la representación, sino también por el aseguramiento de la calidad de los modelos que nos proporciona.
- ? Formalización. Utilizaremos la posibilidad que proporciona la herramienta ARIS de exportación de información para extraer datos de los modelos EPC (correspondientes a subdominios) y formalizar cada modelo y cada diagrama mediante el lenguaje estándar descriptivo XML. De esta forma pasaremos de un soporte gráfico difícilmente procesable a través de herramientas informáticas a un lenguaje estándar de definición.
- ? Transformación. Este es el último paso de esta fase, en él transformaremos la información obtenida en lenguaje XML a reglas de conocimiento, que, como para cualquier sistema basado en el conocimiento, son la base del dominio de nuestro asistente inteligente. La descripción de eventos y funciones y sus relaciones lógicas, así como la asociación de objetos de información a funciones se convertirán en reglas semánticas relacionadas entre sí formando una red semántica. Como veremos en el diseño del prototipo, en el siguiente capítulo, a las funciones o conclusiones de las reglas se le asociará la información sobre los parámetros contenida en los objetos de información.

Veremos a continuación la segunda fase que completa la obtención del módulo del dominio de nuestro asistente inteligente. La figura 3.71 muestra la fase final del proceso metodológico en la que se completan con información asociada los parámetros, reglas y nodos de la red semántica.

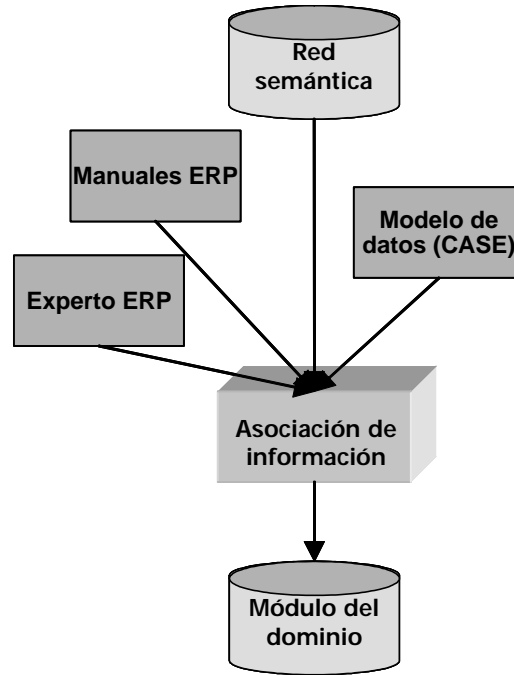


Figura 3.71 Proceso de obtención del completo módulo del dominio

En esta fase se parte del conocimiento de los expertos consultores del sistema ERP, de los manuales del sistema, del modelo de datos del sistema representado mediante una herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering) y de la red semántica que representa el proceso de parametrización del sistema. El objeto de esta fase es completar la red semántica obtenida con información adicional útil.

Por una parte debemos obtener información que ayude al usuario a definir los parámetros asociados a ciertas funciones, esta la obtendremos del modelo entidad/relación o modelo conceptual de datos de la herramienta CASE, como veremos más adelante en la explicación detallada de este paso. Básicamente se obtendrá el tipo y los posibles valores de cada parámetro asociado a funciones presentes en reglas de la red semántica. Esta información es imprescindible para completar el módulo del dominio y para que el asistente pueda realizar sus funciones de guía.

Por otra parte obtendremos información adicional explicativa. Esta información estará relacionada con objetos (conclusiones o funciones, condiciones o eventos y parámetros) de la red semántica. El formato de esta puede ser variado, de tipo texto, gráficos, videos, explicaciones en formato audio, etc. y estar en distintos idiomas, de manera que a cada usuario se le pueda presentar el que mejor se adapte a sus preferencias. Además puede existir ayuda asociada a las propias reglas que representen las posibles acciones a tomar y sus consecuencias, es decir, explique las actuaciones que propone el asistente o las actuaciones ya realizadas. Toda esta información no es imprescindible para el funcionamiento del asistente pero mejora y completa su actividad.

Obtención del modelo EPC

El modelo EPC o conjunto de diagramas EPC de un dominio o subdominio constituirá la fase más difícil de las que veremos a continuación, ya que consiste en la obtención del conocimiento de los expertos y su formalización. Esta obtención es la parte más compleja de cualquier sistema basado en el conocimiento. El resto de las fases que completarán el módulo del dominio se realizarán de forma automática utilizando varias herramientas y la metodología aquí desarrollada, sin la participación directa de los expertos.

Cada modelo EPC asociado a un dominio concreto o subdominio contendrá el conocimiento formalizado de los dos primeros tipos vistos en el punto anterior, es decir, reglas de producción unidas en una red semántica y parámetros a definir y sus posibles valores. El origen de este conocimiento lo encontraremos en:

- ? Expertos en las funciones del sistema ERP. Estos expertos deberán serlo de las distintas partes del sistema, módulos, correspondiente a cada subdominio a modelar, ya que es difícil, casi imposible encontrar expertos en todos los módulos. Además dentro de cada uno pueden ser necesarios varios expertos, normalmente consultores de la empresa constructora. Habrá que establecer entrevistas conjuntas e individuales que nos ayuden a convertir ese conocimiento en diagramas de proceso en formato EPC.
- ? Lenguaje natural (texto). Procede de los manuales del sistema ERP. Es necesario transformar el lenguaje natural en diagramas de proceso en formato EPC. Estos manuales pueden ser de distinto tipo, desde los puramente funcionales con distintos niveles de detalle hasta los técnicos, que no serán útiles durante la selección y definición de los parámetros.
- ? Procesos de negocio. Es habitual en el entorno de los sistemas ERP utilizar como documentación representaciones gráficas de los procesos de negocio. Hay distintos métodos de representación y es necesario transformarlos en diagramas de proceso en formato EPC. Esta transformación es sencilla ya que, como hemos visto en el apartado 3.2.2 de modelización de procesos, los distintos tipos de técnicas tienen los mismos elementos principales y con el mismo significado: actividad, estado, evento y tiempo.
- ? Modelo de datos del sistema ERP. Cualquier sistema ERP de calidad tiene como soporte alguna herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering), utilizada para el desarrollo y mantenimiento del producto software. El modelo

de datos contiene todos los parámetros, su definición, formato y posibles valores. Esta información será utilizada para completar los diagramas EPC con objetos de información.

Para la obtención del conocimiento modelado en formato EPC partiendo del lenguaje natural, ya sea mediante entrevistas con expertos o mediante manuales, nos basaremos en trabajos anteriores, como [Domínguez, 2005] que estudian la formalización del lenguaje natural.

En primer lugar dada la complejidad y magnitud del conocimiento a modelar empezaremos por dividirlo en subdominios más específicos cuantas veces sea necesario y posible. Para hacer esto no ayudaremos de las organizaciones de los manuales y de la división de los expertos según sus conocimientos particulares. Cualquier texto de una cierta longitud tiene una mínima organización, suele estar dividido en partes, capítulos, puntos, párrafos etc. Esto resultará de gran ayuda. Por ejemplo los manuales de sistemas ERP están divididos por módulos y estos a su vez por submódulos, por temas, por procesos generales y dentro de ellos por funciones y datos concretos. Las frases descriptivas del tema y los títulos de los capítulos introducen y resumen la división del texto y nos ayudan a dividirlo y comprender su ámbito. Las divisiones del texto y los marcadores pueden usarse para sugerir los componentes de un proceso. Normalmente para construir un proceso a partir de un párrafo usamos la cabecera como la conclusión del proceso y las sentencias del párrafo como funciones relacionadas entre si para obtener la conclusión. Esta estrategia es válida cuando la frase descriptiva del párrafo o el título reflejan el aspecto ejecutable del contenido del mismo, si no es así el título debe ser descartado y se debe buscar abstrayéndolo del texto.

Dentro de esta fase de disminución de la complejidad dividiendo el todo en partes, podemos aplicar otro criterio. Cuando encontramos un párrafo o texto muy complejo, en el que el resultado es un proceso, debemos encontrar procesos más simples, de forma que de la suma de los mismos resulte el proceso inicial. Es decir si para realizar la parametrización del proceso logístico debemos ejecutar diez funciones, debemos analizar si el conjunto de algunas de ellas, por ejemplo la cuatro primeras conducen a la parametrización de un subproceso dentro del logístico, por ejemplo lo relativo al tratamiento y consumo de la demanda y, de igual modo, analizar el resto de funciones para dividirlos en subprocesos dentro del logístico. De esta forma representaremos el proceso inicial como varios diagramas EPC más simples, cada uno de ellos representando un subproceso y añadiremos un diagrama EPC en el que la unión de las conclusiones de los subprocesos conduzca al proceso completo. El objetivo es dividir un proceso muy extenso en procesos intermedios y partir de los procesos intermedios para llegar al proceso final.

Después de definir esta primera fase simplificadora utilizaremos algunas normas, ya definidas en [Sturdza et al., 2002] para analizar un texto y convertirlo en reglas ejecutables:

- ? **Generalización.** Dada una serie de descriptores de una función se debe generalizarlos para crear reglas generales, para ello podemos aplicar algunos métodos que veremos a continuación. En primer lugar cambiaremos constantes por variables de forma que si dado un valor concreto se debe realizar cierta parametrización, investigaremos si hay un conjunto de valores más amplio que cumplan también esa condición y cambiaremos la constante por el conjunto de valores posibles. En este caso es posible que a partir de dos o más valores constantes podamos extenderlos creando un rango de valores, por ejemplo de las constantes 2, 4 y 7, podamos deducir el rango entre 2 y 7 o entre 1 y 10. En segundo lugar analizaremos si podemos eliminar condiciones, es decir si se usa el operador conjunción para varios valores estudiaremos si puede ser generalizado eliminando uno o más términos de la conjunción, que no sean realmente de cumplimiento obligatorio o añadiendo operadores lógicos tipo OR, que indiquen posibilidad pero no obligatoriedad de ciertas condiciones. En tercer y último lugar, utilizaremos las posibles relaciones jerárquicas existentes entre condiciones, es decir, si un valor determinado de un parámetro del módulo de recursos humanos se produce cuando un empleado es un vendedor o un técnico de soporte a las ventas, es posible que podamos extender la condición a la jerarquía superior, es decir a cualquier empleado que pertenezca al área de ventas.

- ? **Especificación.** Es el proceso inverso a la generalización. Dada una serie de descriptores generales, se pueden producir condiciones más restrictivas. Esto se puede conseguir con algunos métodos que veremos a continuación. En primer lugar estudiaremos la posibilidad de existencia de alguna generalización incorrecta, es decir, si algún experto ha extendido un conjunto de valores a un rango, o a un nivel superior de una jerarquía sin que la condición se cumpla en todos los elementos del conjunto. En ese caso habrá que elegir los valores correctos y unirlos mediante un operador de posibilidad. En segundo lugar estudiaremos la especialización por concesión que aparece en sentencias introducidas por ‘aunque’, por ejemplo ‘Aunque se establezca política por punto de pedido a veces faltan existencias’. Esto significa que la parametrización realizada no ha producido los resultados esperados. Este tipo de frases implican que un parámetro relacionado con la situación planteada se ha quedado fuera. Para formalizar un discurso explicatorio con el constructor concesión debemos buscar el parámetro perdido e incorporarlo como condición. Para el ejemplo anterior podríamos reescribir ‘Si se establece política por punto de pedido y se selecciona un buen nivel de inventario no se producirá falta de existencias’, lo

que completará con otro parámetro ('nivel de inventario') la parametrización correcta del sistema. En tercer y último lugar analizaremos la incorporación de excepciones que consiste en que dada una descripción y un ejemplo negativo que incorrectamente la satisface, se debe añadir una condición de excepción a la descripción inicial. Por ejemplo la afirmación 'Cuando tengamos un código de clase A estableceremos el nivel de la demanda a cero excepto si su coste es inferior a diez euros' tendremos que entenderla, para formalizarla más fácilmente, como 'Cuando tengamos un código de clase A y su coste sea superior a diez euros estableceremos el nivel de la demanda a cero'. Hay expresiones clave que introducen la especificación por excepciones como 'excepto', 'pero', 'a menos que', 'de no ser por', etc. La incorporación de excepciones en las reglas de formulación es una práctica muy extendida en el discurso humano ya que incorporar la excepción como una premisa es ejecutable pero menos natural y explicativa.

Una vez establecidos los procedimientos anteriores para facilitar la formalización del conocimiento del experto y de los manuales, pasaremos a estudiar las distintas posibilidades semánticas de un texto y la forma en que pueden ser interpretadas mediante diagramas EPC, convirtiendo el texto en condiciones y funciones relacionadas entre sí:

- ? Funciones opcionales. Dentro de una secuencia de acciones es fácil que alguna de ellas sea opcional, es decir, pueda o no realizarse según una determinada condición. Un ejemplo lo tenemos en la figura 3.72.

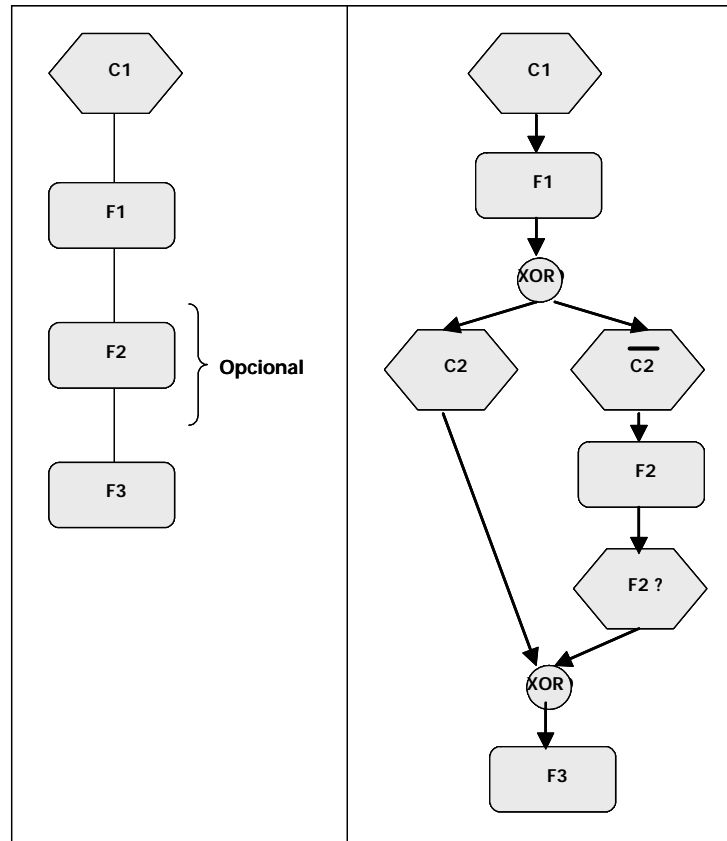


Figura 3.72 Formalización de funciones opcionales

En la figura anterior vemos como una explicación textual del tipo ‘Si se cumple C1 debemos realizar primero F1 y después F2, pero si se cumple C2 entonces no debemos ejecutar F2’ podemos formalizarla fácilmente utilizando operadores XOR y condiciones negadas. Para cumplir las normas de creación de los diagramas EPC hemos introducido una condición después de ejecutar la función F2 que se cumple si se ha realizado F2.

- ? Funciones paralelas. Dentro de una secuencia de acciones podemos encontrar que algunas de ellas no tienen porque realizarse una después de otra sino que se ejecutan a la vez, quizá por personas diferentes, y cuando terminan ambas continua el proceso. Un ejemplo lo tenemos en la figura 3.73.

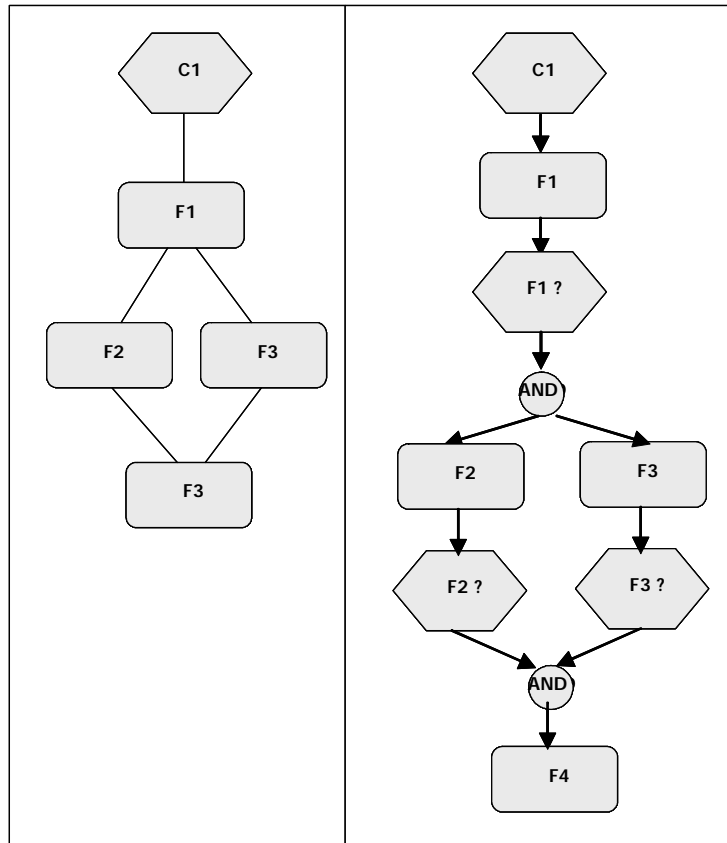


Figura 3.73 Formalización de funciones paralelas

En la figura anterior vemos como una explicación textual del tipo ‘Si se cumple C1 debemos realizar primero F1 y después, a la vez, F2 y F3. Cuando se terminen ambas ejecutamos F4’ podemos formalizarla utilizando operadores AND. Como en el caso anterior, para cumplir las normas de creación de los diagramas EPC hemos introducido condiciones de fin de ejecución de las acciones para continuar con el proceso.

- ? Funciones paralelas opcionales. Dentro de una secuencia de acciones podemos encontrar que algunas de ellas se realizan a la vez pero su ejecución individual depende de ciertas condiciones. Una vez realizadas o no confluyen en la continuación del proceso. Un ejemplo lo tenemos en la figura 3.74.

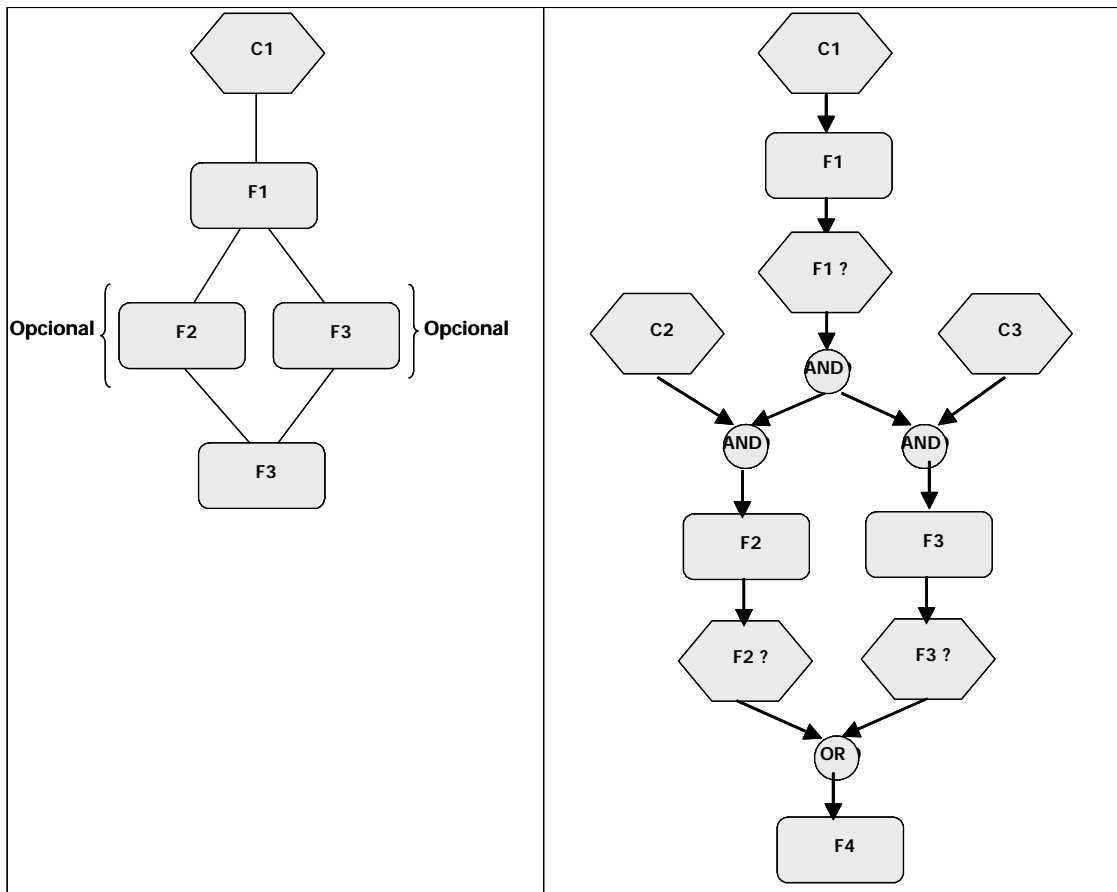


Figura 3.74 Formalización de funciones paralelas opcionales

En la figura anterior vemos como una explicación textual del tipo ‘Si se cumple C1 debemos realizar primero F1 y después, a la vez, F2 y F3, pero con ciertas condiciones ya que F2 solo lo haremos si se cumple C2 y F3 solo lo haremos si se cumple C3. Cuando se terminemos ambas, según cada caso, ejecutamos F4’ podemos formalizarla utilizando operadores disyuntores AND y conjuntores OR. Como en el caso anterior, para cumplir las normas de creación de los diagramas EPC hemos introducido condiciones de fin de ejecución de las acciones para continuar con el proceso.

- ? Funciones sincronizadas. Dentro de una secuencia de acciones podemos encontrar que alguna de ellas para realizarse debe esperar a que se cumplan otras que son independientes entre sí. Podemos referirnos a la figura 3.73 para mostrar un ejemplo. En ella la función F4 debe esperar a ejecutarse a que terminen las funciones F2 y F3 que no son secuenciales. Esta formalización, utilizando el conector AND y condiciones de terminación de las funciones, representa un discurso textual de tipo ‘Ejecutaremos F4 cuando hallamos terminado de realizar F2 y F3’.

- ? Funciones interrelacionadas. Dadas dos secuencias de acciones independientes puede llegar un momento que confluyan en una función, a la vez que siguen cada una su propio proceso. Un ejemplo lo tenemos en la figura 3.75.

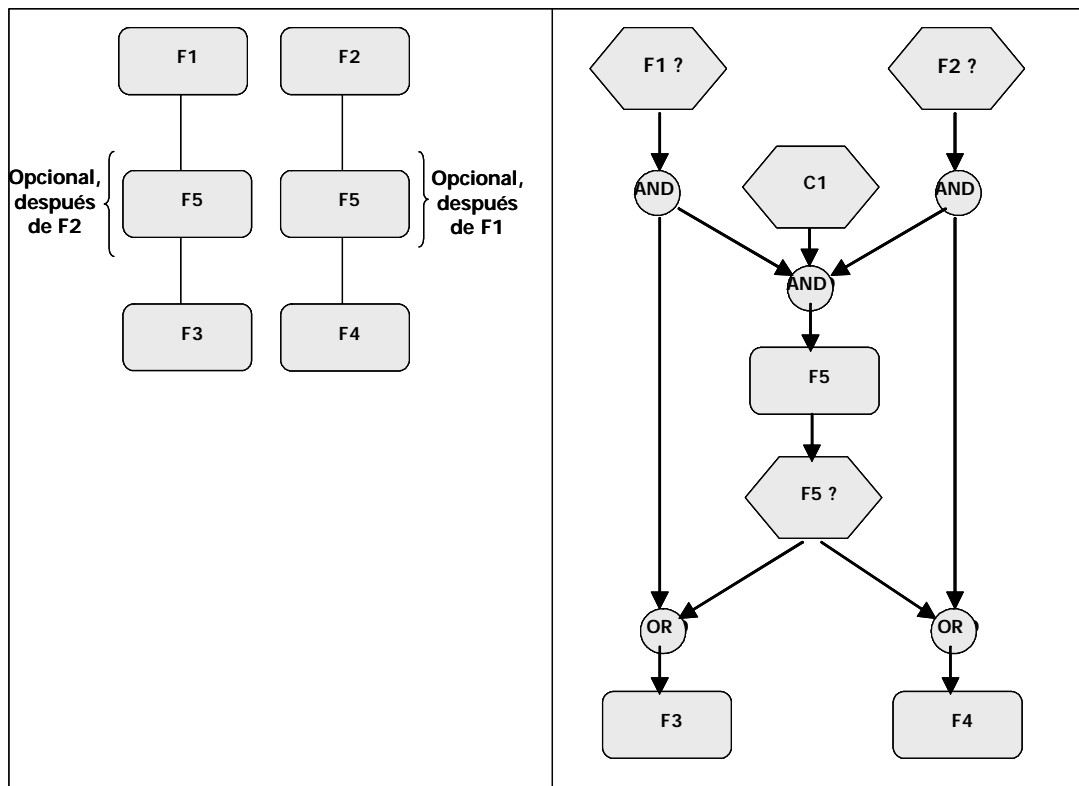


Figura 3.75 Formalización de funciones interrelacionadas

En la figura anterior vemos como una explicación textual del tipo ‘Después de hacer F1, si se cumple C1 y además hemos terminado F2, hacemos F5. Después de F1 haremos F3 y después de F2 haremos F4, independientemente de la ejecución de F5’. En este caso utilizaremos operadores AND relacionados para la función que relaciona las dos secuencias y el operador OR para continuar cada proceso independientemente.

Hemos visto hasta ahora como crear los diagramas EPC ha partir de conocimiento en lenguaje natural, convirtiéndolo en condiciones y funciones y relacionándolas lógicamente mediante operadores. Como colofón de estos criterios de conversión, sería conveniente, para simplificar el diseño, evitar las relaciones directas entre conectores lógicos, creando para ello una función de salida del primer conector que identifique la actividad resultante de las que relaciona el conector. Veamos un ejemplo de esta simplificación en la figura 3.76

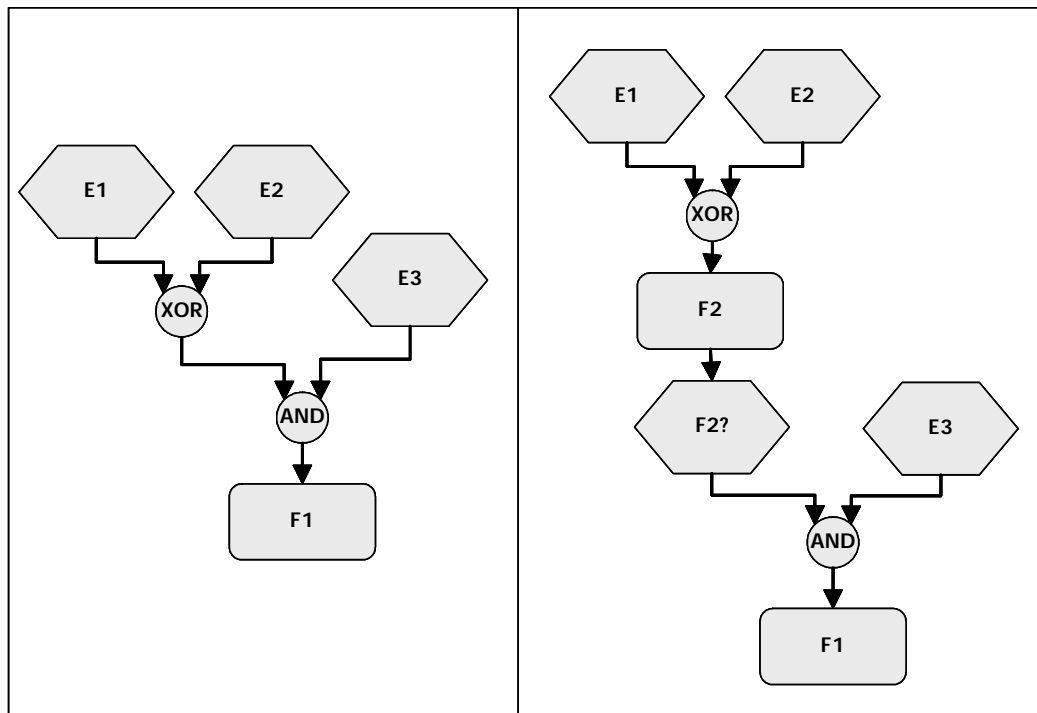


Figura 3.76 Simplificación de la formalización de conectores lógicos relacionados

Para finalizar vamos a analizar la forma de incluir los objetos de información a estos diagramas. Estos elementos los asociaremos a cada función que implique dar valores a algún parámetro y llevarán los datos necesarios para realizar esta tarea. La información del objeto se alimentará del modelo de datos del sistema ERP almacenado en una herramienta CASE. Esta alimentación veremos como se realiza detalladamente más adelante, pero antes de acceder al detalle de la herramienta CASE y con la ayuda de expertos y, principalmente, manuales, el objeto de información se cumplimentará con:

- ? El nombre del parámetro o parámetros que deben definirse durante la ejecución de la función asociada.
- ? El nombre de la tabla del sistema ERP que contiene el parámetro o parámetros. Ya que una función se refiere a un proceso muy detallado, todos los parámetros asociados se referirán al mismo objeto o tipo de información y pertenecerán a la misma tabla.
- ? El nombre de la transacción on-line del sistema ERP que, por el procedimiento convencional, se utilizaría para dar valores a los parámetros asociados a la función. La transacción será única por el mismo motivo expuesto para la determinación de la tabla. Este dato será fundamental para la posterior parametrización automática que realizará el asistente inteligente en el sistema ERP.

Representación del modelo EPC mediante la herramienta ARIS

ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) es un método utilizado ampliamente en la documentación y reingeniería de procesos de negocio y en la implementación de aplicaciones. ARIS es una arquitectura que surge por la necesidad de estandarización de los diferentes métodos existentes de modelización de procesos, que complicaban la comprensión y el intercambio de información. Su creador fue Scheer, que pensaba [Scheer, 1992] en la necesidad de poder conocer bien los procesos de negocio de una compañía para enfrentarse a un entorno cambiante y complejo. La conclusión de su estudio de diferentes métodos fue el desarrollo de ARIS para que cumpliera dos objetivos:

- ? Disponibilidad de un modelo de procedimientos para el desarrollo de sistemas de aplicaciones integrados: organización, definición de requisitos, especificaciones de diseño, etc.
- ? Disponibilidad de un método sencillo que facilitara el conocimiento sobre los procesos de negocio y que permitiera evaluarlos, modificarlos e integrarlos.

ARIS proporciona tres diferentes tipos de aplicaciones:

1. El concepto de la arquitectura ARIS que incluye normas para la modelización de procesos de negocio e intercambio de información.
2. La casa ARIS que gestiona la documentación de la gestión del conocimiento utilizando las siguientes vistas:
 - ? Vista de funciones. Agrupa los procesos de transformación de información: función, proceso, actividad y meta.
 - ? Vista de la organización. Representa la estructura organizativa de una empresa por medio de unidades organizacionales, responsabilidades y recursos.
 - ? Vista de datos. Comprende los objetos de información y eventos con sus mensajes disparadores de funciones.
 - ? Vista de Output. Contiene entradas y salidas y flujos de información.
 - ? Vista de Control. Comprende las relaciones entre los elementos de las distintas vistas para una descripción integrada de los procesos de negocios.
3. La herramienta de software integrada ARIS Toolset. Internacionalmente utilizada por expertos y empresas para los proyectos de reingeniería de procesos de negocio. Esta herramienta permite exportar e importar información en diversos formatos. ARIS Toolset utiliza los diagramas EPC para la representación de

secuencias lógico-temporales, soportando la descripción integral de los procesos de negocio en varios niveles de detalle. Parte del concepto de flujo de control entre funciones uniéndolas mediante eventos que lanzan la ejecución de la función o son el resultado de esta ejecución. La necesidad de una representación de los objetos que componen este flujo y de la asociación de otro tipo de información (organización responsable, entregables, etc.) lleva a la utilización de los diagramas EPC que unen funciones y eventos mediante flechas y operadores.

La utilización de ARIS Toolset para representar el modelo EPC nos permitirá utilizar las funciones de ARIS Toolset para la validación del modelo y para la generación automática de datos sobre los elementos del modelo que permitan formalizarlo en lenguaje XML y en reglas de conocimiento, fases siguientes del proceso. Esta herramienta ha sido ya utilizada en [Martínez, 2004] par modelar reglas de producción en el entorno de Sistema Inteligente de Tutorización para el aprendizaje de procedimientos.

Veremos a continuación los pasos de adaptación del uso de la herramienta ARIS en nuestra metodología de construcción de un dominio de conocimiento: comparación de elementos a utilizar; análisis de validaciones automáticas del modelo; selección de formatos de exportación de la información.

El **primer paso** en la utilización de la herramienta ARIS es la verificación de la existencia y significado de los elementos utilizados, para nuestra metodología, en los diagramas EPC. Dicho análisis concluye que cada uno de los elementos y sus relaciones existen y se usan de forma similar en ARIS, excepto los siguientes:

- ? El elemento proceso. La metodología aquí desarrollada utiliza procesos para simplificar el diseño de los diagramas EPC. Los procesos son funciones complejas y no son ejecutables por sí mismos, deben descomponerse y dar lugar a otro diagrama EPC. ARIS utiliza el concepto de proceso pero su nombre y representación es diferente. En el paso del modelo de EPC a su diseño en ARIS tendremos que sustituir el elemento Proceso, allí donde aparezca, por el objeto 'Interfaz de Proceso', cuya representación es la figura superpuesta de una función sobre la de un evento.
- ? El elemento objeto de información. En nuestra metodología se utiliza para asociar información, en concreto la necesaria para la parametrización, a una función. Este elemento existe en ARIS con el mismo significado pero se llama portador de información y se representa de forma diferente (rectángulo con línea horizontal inferior quebrada). ARIS lo utiliza para asociar información de entrada o salida de una función, nosotros adjuntaremos los parámetros asociados a la función y sus posibles valores o su valor predefinido.

- ? El elemento flujo de control. En nuestra metodología se utiliza para relacionar un objeto de información con una función. ARIS utiliza este elemento pero no lo nombra de forma diferente al resto de conexiones. Su representación es diferente, ya que lo representa con línea continua y sin flecha.

El **segundo paso** consiste en analizar las reglas de control y validación existentes en la herramienta y verificar su bondad y completitud aplicadas al diseño de nuestro modelo EPC. La importancia de la validación de los diagramas EPC y la definición de las características y condiciones de calidad han sido analizadas por [Jorgensen, 2003] y [Aalst, 1999]. De estos análisis se deduce que un conjunto de diagramas EPC, nuestro modelo EPC, debe ser:

- ? Regular, el modelo parte de un único evento inicial o llega a un único evento final y, además, cada nodo forma parte de un camino entre los eventos iniciales y finales.
- ? Sólido, no hay funciones muertas, siempre hay un camino por el que se puede llegar a ellas, además cada evento es alcanzable mediante alguna secuencia de condiciones.
- ? Bien estructurado, no existen bucles sin salida y se cumplen las condiciones de información y de relación entre elementos (por ejemplo no hay paso directo entre dos funciones).

Para que cumpla estas características hemos definido una serie de condiciones que se deben verificar, tanto para elementos, vistos individualmente, y sus atributos, como para diagramas EPC, que muestran relaciones entre elementos, y modelos EPC, que relacionan diagramas. Su cumplimiento garantiza la estructura lógica, consistencia y significación completa del modelo diseñado en esta metodología. Las reglas que forman este conjunto son las siguientes:

1. En el contexto del mismo modelo de conocimiento no pueden existir modelos EPC con el mismo nombre.
2. En el contexto de un mismo modelo EPC no pueden existir diagramas EPC con el mismo nombre.
3. En el contexto del mismo modelo EPC no pueden existir elementos con el mismo nombre, aunque si pueden ser usados múltiples veces en distintos diagramas.

4. Todos los elementos iniciales de cualquier camino deben ser de tipo evento, función o proceso.
5. Todos los elementos finales de cualquier camino deben ser de tipo evento.
6. Todos los nodos de un modelo deben ser alcanzables por algún camino. Esta regla es útil para verificar que no existe ningún elemento innecesario. El contexto de validación de esta regla es el modelo EPC, no diagramas EPC individuales, ya que el camino que llegue a un nodo puede pasar a través de procesos, o lo que es lo mismo, varios diagramas EPC conectados. En particular, la existencia de conectores lógicos AND y XOR seguidos que conectan los mismos elementos indica el incumplimiento de esta regla, como puede verse en la figura 3.77.

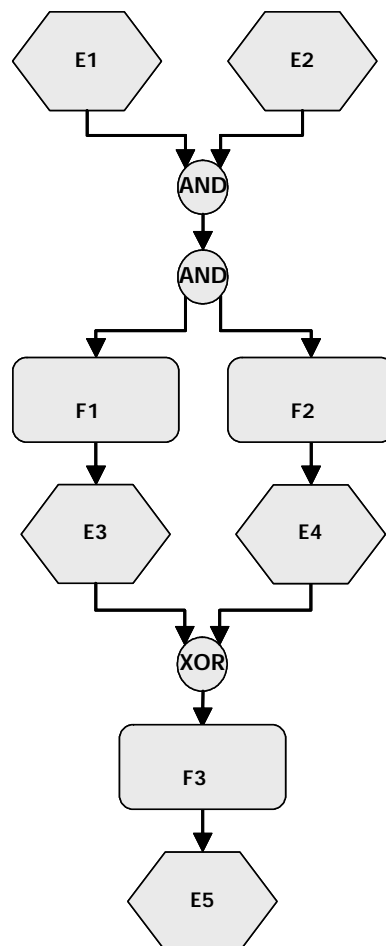


Figura 3.77 Estructura inválida AND-XOR

7. No deben existir bucles repetitivos sin salida. Un ejemplo de esta estructura puede verse en la figura 3.78.

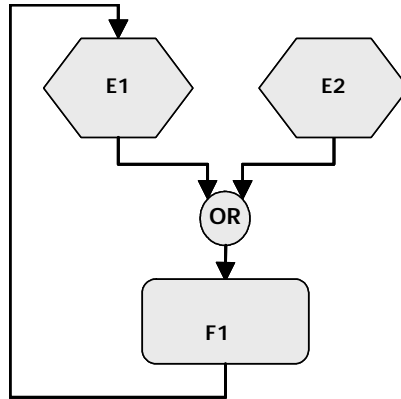


Figura 3.78 Estructura inválida de bucle repetitivo

8. Todo proceso debe tener asociado un diagrama EPC que exista en el modelo EPC. Esta regla comprueba que cada proceso presente en un modelo EPC debe ser desarrollado en algún diagrama EPC del modelo, y que si este diagrama también contiene uno o varios procesos, estos, a su vez, tiene que ser desarrollados en otros diagramas EPC, y así sucesivamente, hasta llegar a uno o varios diagramas que no contengan procesos. Esta regla es necesaria para verificar que todos los procesos se descomponen, al final, en funciones.
9. Los sucesores de un conector lógico solo pueden ser funciones, procesos u otros conectores.
10. Los predecesores de un conector lógico solo pueden ser eventos u otros conectores.
11. Un conector lógico de tipo distribuidor o disyuntor tiene una única entrada y una o más salidas.
12. Un conector lógico de tipo distribuidor o disyuntor (una entrada, varias salidas) solo puede ser AND, en caso de OR o XOR, la ejecución no tendría criterio de decisión. La figura 3.79 muestra un ejemplo de este tipo de error.

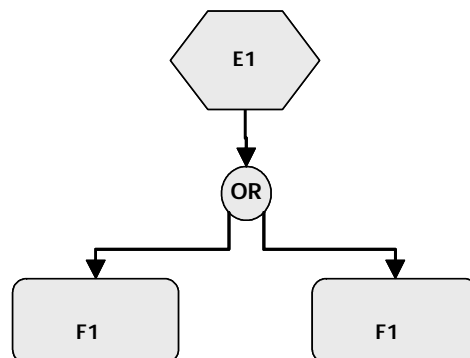


Figura 3.79 Estructura de decisión incorrecta

13. Un conector lógico de tipo unificador tiene una única salida y una o más entradas. Esta regla tiene una excepción ya que debe tener una única salida de tipo función o proceso pero puede tener varias salidas de tipo conector lógico. Un ejemplo de esta posibilidad lo muestra el diagrama EPC de la figura 3.80 que ejecuta el proceso de lanzamiento de una orden en producción.

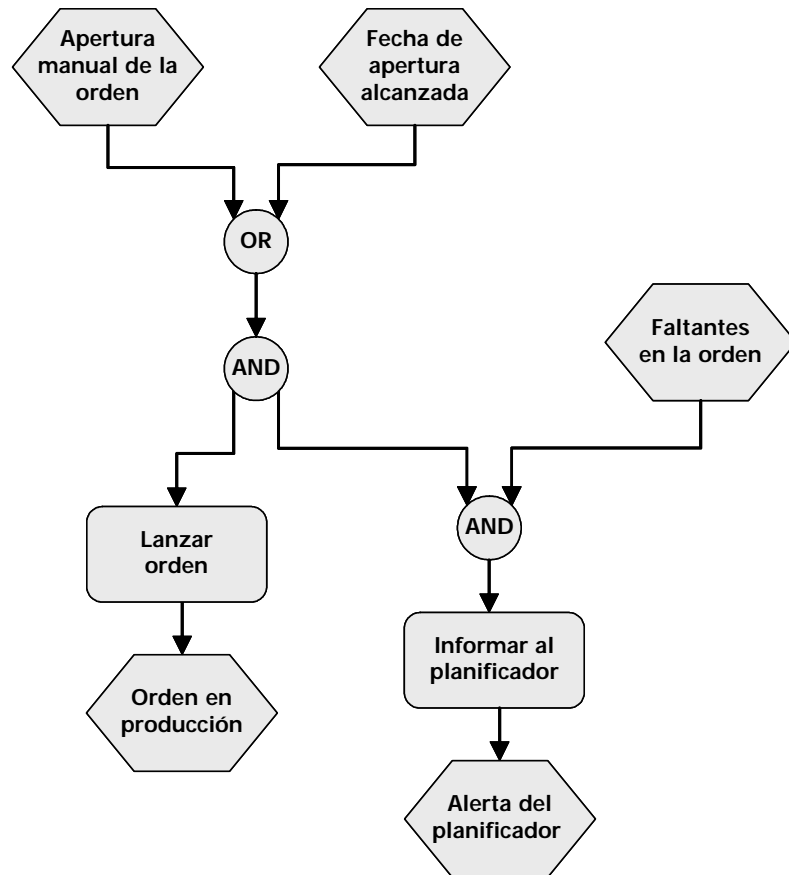


Figura 3.80 Excepción de la estructura de un conector de tipo unificador

14. Un objeto de información solo puede estar relacionado con una función o un proceso.
15. Una función o un proceso solo pueden tener como predecesor un evento o un conector en la ejecución de un camino.
16. Una función o un proceso solo pueden tener como sucesor un evento. Esta regla es necesaria porque la valoración de funciones se realiza siempre a través de un evento. Para cumplir esta regla y simular la posibilidad de valoración de una función como positiva o negativa y la posterior ramificación de la ejecución de funciones según este valor, se deben crear dos diagramas EPC complementarios que sustituyan a un conector lógico XOR que actúa como distribuidor de los dos eventos contrarios. Un ejemplo de esta posibilidad se muestra en la figura 3.81

que representa los dos caminos de ejecución después de realizar una inspección de material en recepción.

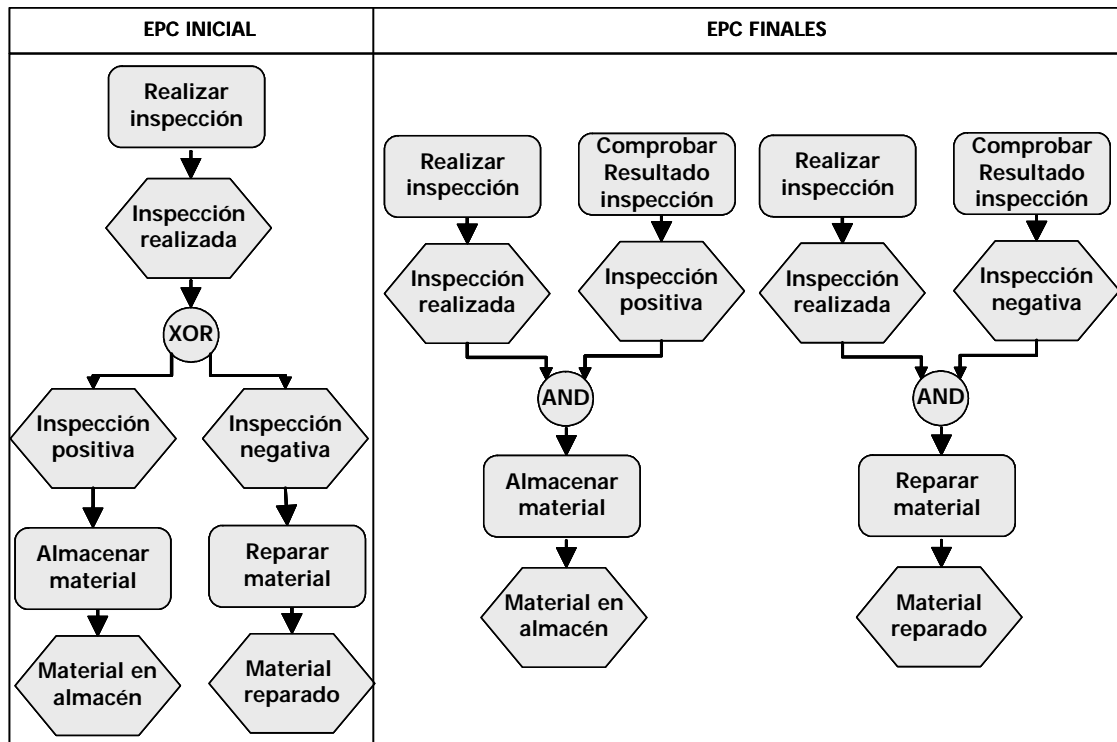


Figura 3.81 Ejemplo de sustitución de conector distribuidor de eventos negados por dos diagramas EPC complementarios

17. Un evento solo puede tener como predecesor una función o un proceso. Esta regla es necesaria porque no tiene sentido un evento que no se refiere a ninguna función, habiendo ya eliminado los eventos precedidos de un operador XOR que actúa como distribuidor de dos eventos contrarios, posibles resultados de una función. El ejemplo de la figura 3.81 de la regla anterior es válido para ilustrar esta posibilidad.
18. Un evento solo puede tener como sucesor una función, un proceso o un conector.
19. Todas las funciones, procesos y eventos tienen como máximo una conexión entrante y una conexión saliente. Un evento puede activar varias funciones, pero su representación debe incluir un operador entre el evento y sus funciones que indique la lógica de la activación (todas las posibles, solo una o algunas entre las posibles). Igualmente, una función puede generar varios eventos, pero, como en el caso anterior, un operador debe funcionar como nexo de unión. La figura 3.82 muestra un ejemplo de incumplimiento de esta regla.

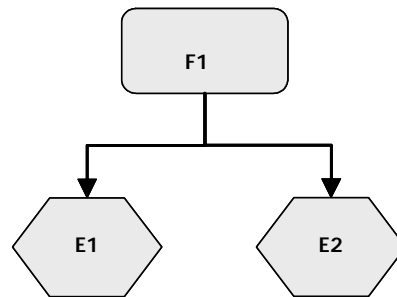


Figura 3.82 Ejemplo de incumplimiento de la regla debido a entradas y/o salidas múltiples

20. El evento resultante o conclusión de un proceso en un diagrama EPC existe también como evento final en el diagrama EPC asociado al proceso. Esta comprobación debe hacerse en el contexto del modelo EPC.
21. No pueden existir elementos sin conexión. Cada elemento en un modelo EPC debe poseer uno o más predecesores o sucesores.
22. Un elemento no puede estar conectado consigo mismo.
23. Deben tener valores válidos los atributos definidos como necesarios según el tipo de elemento, por ejemplo será necesario, solo en el caso de objetos de información, definir un atributo que indique el contenido del objeto.

Una vez definidas las reglas de validación a realizar sobre el modelo EPC, veremos la forma de aplicarlas antes de pasar a la siguiente fase metodológica. El proceso será utilizar las facilidades de la herramienta ARIS Toolset para verificar el modelo, obteniendo informes que indiquen incumplimiento y revisando, modificando y volviendo a validar hasta alcanzar un modelo EPC correcto. ARIS contiene un módulo específico para realizar el control y validación de los EPC. Este módulo se llama Asistente de Control Semántico y se compone de un conjunto de reglas definidas y un proceso de ejecución de estas reglas contra un diagrama concreto o modelo completo. También es posible modificar, eliminar o incluir reglas durante el proceso de verificación. Esta opción junto con la posibilidad de obtención de informes detallados de los componentes y las relaciones de los diagramas nos permite una validación automática. En función de esta opción, la metodología ARIS establece dos tipos de reglas semánticas y una subdivisión en grupos de cada uno de estos tipos, constituyendo la siguiente estructura:

- ? Reglas predefinidas. Son aquellas consideradas por ARIS básicas e imprescindibles, y por tanto, el usuario no las puede modificar ni borrar. Son de dos tipos :

- Reglas estructurales. Son aquellas reglas que comprueban las relaciones y la estructura del tipo de diagrama ARIS seleccionado. Existen reglas especiales para cada tipo y se combinan en subgrupos, cada uno de los cuales se refiere a uno o varios tipos de diagramas. Dentro de los seis subgrupos definidos existe uno específico para diagramas de procesos, que incluye los diagramas EPC y los grupos de diagramas EPC.
- Reglas de asignación. Son aquellas reglas que comprueban las relaciones de cada tipo de objeto con su diagrama asignado. Las reglas se combinan en subgrupos, cada uno de los cuales se refiere a un tipo de objeto, como datos, funciones, elementos organizativos y UML.
- ? Reglas extensibles. Son aquellas que el usuario de los modelos puede incluir y modificar según sus convenciones propias de construcción de cada diagrama. Estas reglas las divide en dos tipos:
 - Aplicables a objetos individuales. Dentro de estas hay dos categorías:
 1. Reglas de asociación. Esta clase de reglas examina la relación de una definición de objeto con los diagramas asociados a ella.
 2. Reglas de atributo de objeto. Esta clase de reglas comprueba si, para objetos de un tipo en concreto, se han mantenido tipos determinados de atributos.
 - Aplicables a diagramas completos y a grupos de diagramas. Dentro de estas hay tres categorías:
 1. Reglas de asignación. Esta clase de reglas examina asignaciones de objeto de un tipo determinado a objetos de otro tipo por medio de tipos definidos de relación.
 2. Reglas de atributo de relación. Esta clase de reglas comprueba si, para las relaciones de un tipo en concreto, se han mantenido tipos determinados de atributos.
 3. Reglas de estructura. Esta clase de reglas examina las relaciones y estructuras dentro de uno o varios diagramas.

El **tercer paso** consiste en analizar la generación automática de datos, que realiza la herramienta, sobre los elementos de los diagramas EPC presentes en ARIS. Una vez estudiada seleccionaremos aquella información útil y necesaria para formalizar el conjunto de diagramas utilizando un lenguaje estándar como XML, paso siguiente de nuestra metodología. Dentro de las funciones de Evaluación de ARIS Toolset

utilizaremos la generación de ficheros de informes para diagramas de procesos, que nos proporcionarán automáticamente tablas de datos estructuradas que describen los objetos y relaciones que forman el modelo de EPC. Una vez obtenidas las tablas utilizaremos su información para generar una descripción del modelo en lenguaje XML, tal como se explica en el paso siguiente.

Los informes ARIS posibles nos permiten seleccionar la forma de disponer de la información: tipo de fichero de salida, nivel de detalle obtenido, grupos de modelos, modelos individuales o diagramas individuales. La información obtenida incluirá la lista de los elementos incluidos en la selección, los atributos asociados a cada uno de los elementos y las relaciones entre ellos. Para poder seleccionar elementos de un solo diagrama EPC o de un modelo EPC completo, o incluso de varios modelos EPC, a cada diagrama en ARIS se le asigna un grupo (que corresponde con nuestra definición de modelo) y la petición de información se puede hacer para uno o varios grupos o para uno o varios diagramas. Para obtener toda la información necesaria para su posterior formalización se han seleccionado dos informes de ARIS:

1. 'TablasObjetoModelo.rsm'. A través de esta utilidad ARIS genera, en el formato seleccionado, por ejemplo hoja Excel, las relaciones entre los distintos elementos que componen la selección. Las posibles relaciones dentro de la herramienta ARIS son: eventos con funciones y conectores; funciones con conectores, portadores de información y eventos; conectores con eventos, funciones y conectores; portadores de información con funciones. De estas relaciones, según la metodología y estructura de reglas diseñada en este trabajo no son posibles las relaciones función-conector ni conector-evento, ya que las entradas a conectores no pueden ser funciones (deben ser entidades lógicas evaluables) y las salidas de conectores no pueden ser eventos (deben ser funciones porque representamos conocimiento procedimental, que guía la ejecución de actividades). Para este tipo de informe los interfaces de proceso se consideran funciones a todos los efectos. Para distinguir entre ambos tipos de elementos utilizaremos el atributo 'descripción/definición' que llevará el texto 'proceso' en el caso de que el elemento sea un interfaz de proceso. La información viene ordenada por el nombre del objeto origen de la relación.
2. 'Infomodelo.rsm'. Como en el caso anterior ARIS genera la lista de los elementos que componen la selección (eventos, funciones, interfaces de proceso, conectores y portadores de información) y para cada uno los datos asociados o atributos, como nombre, creador, fecha de alta y modificación, comentarios, posición física en el gráfico, etc. En el caso de los interfaces de proceso se incluye además el atributo 'comentario/ejemplo', que en nuestra metodología utilizamos para incluir el nombre del diagrama EPC asociado. La información viene ordenada alfabéticamente por nombre de objeto.

En los dos informes anteriores nos hemos referido a conector en el sentido genérico de conector lógico. ARIS también se refiere a ellos así, genéricamente, en sus informes, aunque siempre añade al nombre del conector, el tipo que puede ser AND, OR o XOR. Esta información es la única incluida en el primer informe, sobre relaciones, que tiene que ver con atributos, es decir, que no es identificador único (nombre) de los componentes de la relación ni de la propia relación.

ARIS asocia un nombre a las relaciones que genera en sus informes. El nombre es significativo, es decir, representa los dos tipos de elementos que se relacionan y el sentido de la relación. La tabla de la figura 3.83 muestra las posibles relaciones que contemplamos en nuestra metodología y el nombre que ARIS le asigna a cada una, además del tipo de elemento que es origen de la relación (tipo de objeto 1) y del tipo de elemento destino de la relación (tipo de objeto 2).

RELACIÓN	TIPO OBJETO 1	TIPO OBJETO 2
está asignado	conector	función
enlaza	conector	conector
es enlazado por	conector	conector
es evaluado	evento	conector
es generado	evento	función
crea	función	evento
activa	evento	función
es activado	función	evento
proporciona entrada para	portador de información	función
recibe entrada de	función	portador de información

Figura 3.83 Relaciones, según la nomenclatura ARIS, presentes en nuestra metodología

Formalización del modelo EPC en lenguaje XML

Partiendo de un modelo de diagramas EPC que representa un subdominio del conocimiento y que está formado por el conjunto de los diagramas relacionados entre sí a través de procesos, premisas y conclusiones, obtendremos una representación formal del mismo, es decir, del subdominio de conocimiento, que vaya más allá de una mera representación gráfica y que, por tanto, sea manejable por procesos automáticos.

La representación formal elegida en este trabajo ha sido el lenguaje XML. El motivo en la elección de este medio ha sido la propia definición, características y ámbito del XML y a su amplio y creciente uso en entornos científicos y empresariales, debido a su

sencillez y sus prestaciones. A XML se le reconoce como un lenguaje de marcado, es decir descriptivo, más que operativo y nace como un estándar para el intercambio de información a través de medios telemáticos.

A través de XML podemos representar dos conceptos fundamentales de cualquier tipo de documentos: su estructura y su contenido, es decir, podremos representar la estructura de cada uno de los diagramas EPC (posición vertical u horizontal de sus componentes, estructura de las conexiones, etc.) y el contenido de los mismos (acciones y procesos a ejecutar, conexiones lógicas entre ellos, resultados de las acciones, etc.). Obtenemos, además, las siguientes ventajas:

- ? Estructura formal y concisa.
- ? Posibilidad de extensiones, incluyendo nuevos datos o elementos.
- ? Amplio soporte tecnológico para su creación y manipulación.
- ? Fácil de aplicar e implantar.
- ? Fácil de leer y editar por medios técnicos y, también, humanos.

Veamos a continuación la estructura, el contenido y la forma de generación de la representación en XML que se obtendrá del modelo de diagramas EPC. El principal elemento de esta representación es el diagrama EPC. Es decir, habrá un primer nivel de información que será cada uno de los diagramas que forman el modelo y ese nivel se repetirá tantas veces como diagramas EPC haya en el modelo. Los elementos presentes en cada diagrama serán de segundo nivel.

Los elementos que formarán parte de la representación XML son:

- ? Diagrama EPC. Elemento de primer nivel. Debe caracterizarse por el nombre del diagrama. Se generará un elemento de este tipo por cada diagrama, creado en ARIS, existente en el directorio del subdominio que se trata. Se tomará de la información asociada al diagrama en ARIS el nombre.
- ? Acción. Elemento de segundo nivel. Debe caracterizarse por el nombre de la acción. Se generará un elemento de este tipo por cada función presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. Se tomará de la información asociada a la función en ARIS el nombre.
- ? Evento. Elemento de segundo nivel. Debe caracterizarse por el nombre del evento. Se generará un elemento de este tipo por cada evento presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. Se tomará de la información asociada al evento en ARIS el nombre.

- ? Proceso. Elemento de segundo nivel. Debe caracterizarse por el nombre del proceso y por el nombre del diagrama EPC que lo desarrolla. Se generará un elemento de este tipo por cada interfaz de proceso presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. Se tomará de la información asociada al interfaz de proceso en ARIS los datos del nombre y del modelo origen (diagrama EPC asociado en ARIS a una interfaz de proceso).

- ? Objeto información. Elemento de segundo nivel. Debe caracterizarse por el nombre y el contenido del nodo informativo de ARIS portador de información. Se generará un elemento de este tipo por cada portador de información presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. Se tomará de la información asociada al portador de información en ARIS el nombre y el hipervínculo del propio portador de información como un campo de texto.

- ? And. Elemento de segundo nivel. Debe caracterizarse por un identificador secuencial, los elementos de entrada al conector, los elementos de salida del conector, el tipo de secuencia entre los elementos de entrada y el tipo de secuencia entre los elementos de salida. Se generará un elemento de este tipo por cada conector de tipo AND presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. Se tomará de la información asociada al conector AND en ARIS los datos del nombre y de los nombres de los elementos de entrada y de salida. Los elementos de entrada pueden ser eventos y otros conectores lógicos. Los elementos de salida pueden ser funciones, interfaz de procesos y otros conectores lógicos. El tipo de secuencia entre los elementos de entrada y el tipo de secuencia entre los elementos de salida se obtienen de la información gráfica que proporciona ARIS para cada elemento de un diagrama, en esta información incluye las coordenadas horizontal y vertical de la figura dentro del diagrama.

- ? Or. Elemento de segundo nivel. Se caracteriza por los mismos datos del elemento anterior, and. Se generará un elemento de este tipo por cada conector de tipo OR presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. La forma de obtención de la información es la misma que la expuesta anteriormente para el elemento and.

- ? Xor. Elemento de segundo nivel. Se caracteriza por los mismos datos del elemento anterior, and. Se generará un elemento de este tipo por cada conector de tipo XOR presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. La forma de obtención de la información es la misma que la expuesta anteriormente para el elemento and.

- ? Conector información. Elemento de segundo nivel. Debe caracterizarse por un identificador secuencial, el elemento de entrada y el elemento de salida de la conexión. Se generará un elemento de este tipo por cada flujo de información presente en el diagrama que se trata, creado en ARIS. Se tomará de la información asociada a la conexión en ARIS los datos de los nombres del elemento de entrada y del de salida. El elemento de entrada debe ser un portador de información. El elemento de salida puede ser una función o un interfaz de proceso.

- ? Conector condición. Elemento de segundo nivel. Debe caracterizarse por un identificador secuencial, el elemento de entrada a la conexión, el elemento de salida de la conexión y el tipo de conexión. Se generará un elemento de este tipo por cada flujo presente en el diagrama que se trata que no entre o salga de un elemento and, or o xor, creado en ARIS. Se tomará de la información asociada a la conexión en ARIS los datos de los nombres del elemento de entrada y del de salida. El tipo de condición se calculará en función del tipo de elemento de entrada. En el caso de tipo de condición ‘precondición’ el elemento de entrada debe ser un evento y el de salida debe ser una función o un interfaz de proceso. En el caso de tipo de condición ‘poscondición’ el elemento de entrada debe ser una función o un interfaz de proceso y el de salida debe ser un evento.

Además de los datos propios, todos los elementos tendrán un identificativo que puede ser un número secuencial.

Hemos visto como para nuestro asistente es importante la secuencia de ejecución de los elementos de entrada y salida de cada conector lógico (AND, OR, XOR). En el apartado de bases metodológicas de este capítulo se presento una solución gráfica, mediante representación secuencial horizontal (es importante la secuencia de ejecución) o vertical (es indiferente la secuencia de ejecución). Entre los atributos de los elementos XML que formalizan un diagrama EPC, descritos anteriormente, los que representan conectores lógicos, es decir, and, or y xor, incluyen dos atributos que indican la importancia o no de la secuencia de ejecución de sus entradas y de sus salidas. Hemos indicado como para obtener estos datos se parte la información gráfica que proporciona ARIS para cada elemento de un diagrama, en esta información incluye las coordenadas horizontal y vertical de la figura dentro del diagrama. Veamos como:

1. Tanto para los elementos de entrada como los de salida diremos que el tipo de secuencia entre los elementos será ‘ordenado’ cuando la coordenada vertical de cada uno de los elementos de la entrada (o salida) tenga el mismo valor o la diferencia sea menor a un rango similar a la posible imprecisión gráfica. En caso contrario el tipo de secuencia entre los elementos bien de entrada o de salida será ‘no_ordenado’.

2. En el caso de tipo de secuencia entre elementos de entrada (o salida) se listarán dichos elementos en XML, dentro del elemento and, or o xor correspondiente, de forma ordenada, del primero al último en orden de ejecución. Para conseguirlo se tomará como primer elemento el de menor valor de su coordenada horizontal y así sucesivamente, hasta el último, que será el que tenga un valor mayor.

La figura 3.84 representa la estructura del formato XML aplicado a un modelo EPC. Al lado de cada elemento de la estructura aparece su cardinalidad en la misma. El elemento inicial es el modelo EPC que estará compuesto de uno o más diagramas EPC. Cada diagrama EPC debe contener, al menos, un evento (el final), pero puede tener muchos más. Del resto de elementos definidos puede contener ninguno o varios, parece lógico que tuviera una función, pero esta puede ser sustituida por un proceso, por lo que realmente no podemos decir que la cardinalidad mínima obligatoria de alguno de estos elementos sea uno. Todos los elementos de tipo conexión deben tener, al menos, una entrada y una salida. Los conectores lógicos o elementos And, Or o Xor pueden tener como entrada ninguno o varios conectores And, Or o Xor y ninguno o varios eventos y pueden tener como salida, ninguno o varios conectores And, Or o Xor, ninguna o varias funciones y ninguno o varios procesos. Los conectores de información solo pueden tener como entrada un objeto de información y como salida una función o un proceso. Los conectores condicionales pueden ser de dos tipos, en el caso de poscondiciones tiene una única entrada, una función o un proceso, y una única salida que debe ser un evento. En el caso de precondición tienen una única entrada que es un evento y una única salida que puede ser una función o un proceso.

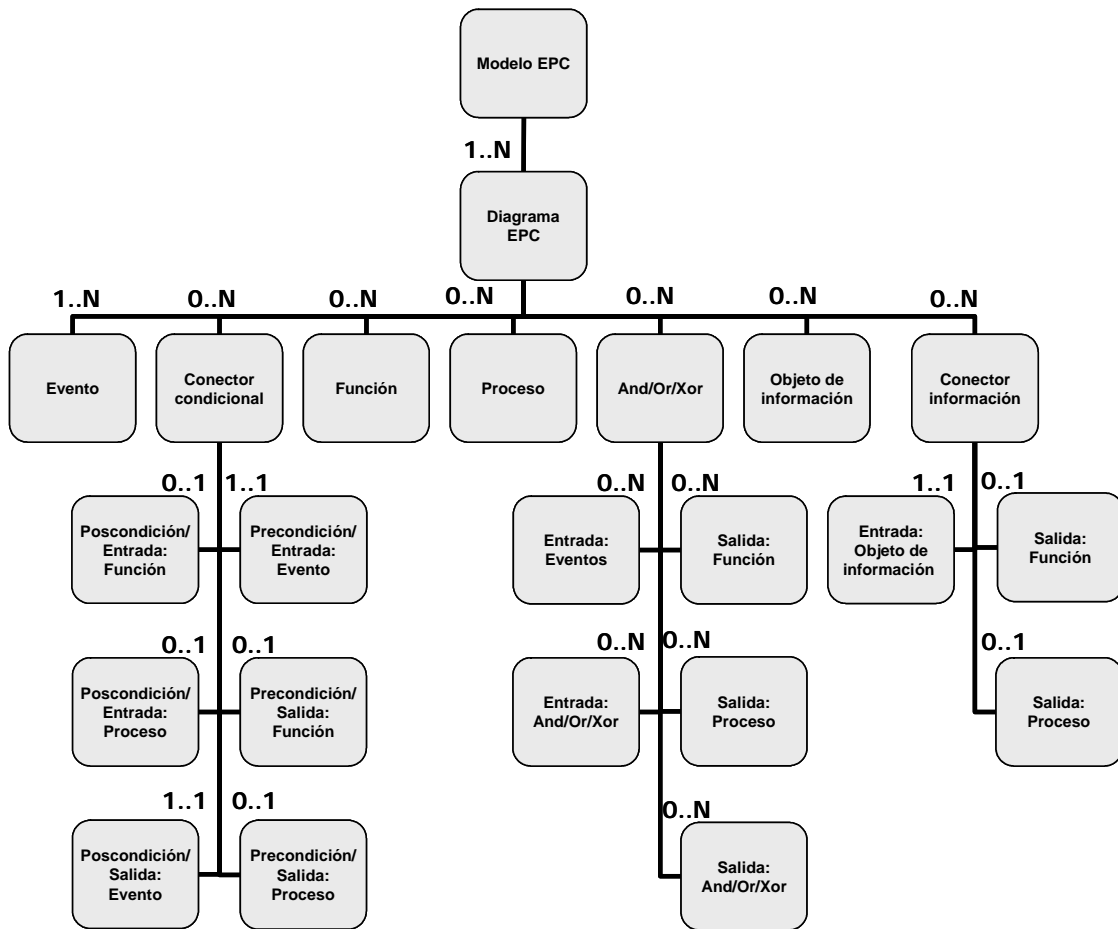


Figura 3.84 Estructura del formato XML aplicado a un modelo EPC

Para completar el paso del modelo de EPC de un subdominio del conocimiento del asistente, detallaremos un ejemplo de formalización XML aplicado a un modelo EPC que contiene un único diagrama EPC, mostrado en la figura 3.85.

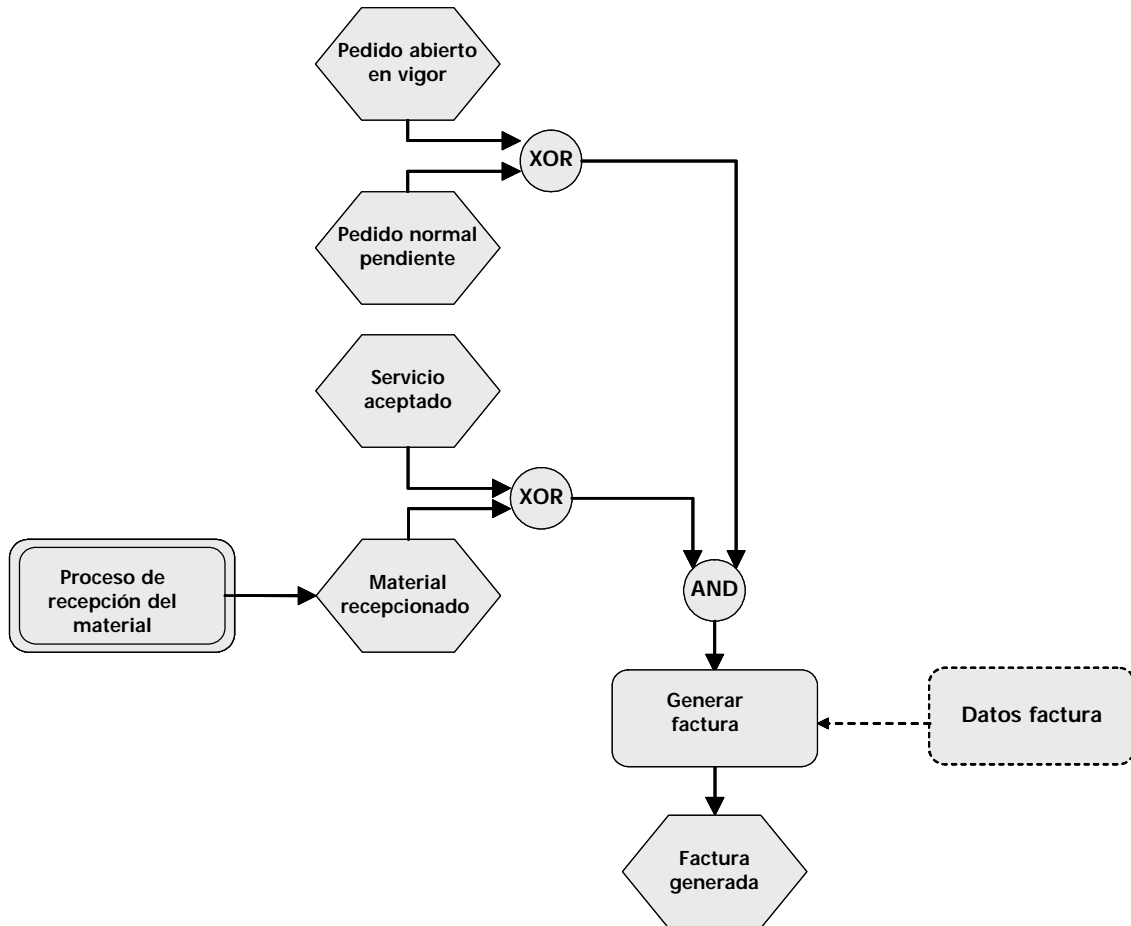


Figura 3.85 Ejemplo de diagrama EPC

La figura 3.86 muestra la estructura en formato XML de un modelo EPC en el que el único diagrama EPC es el presentado en la figura 3.85.

```

<modelo id = "00000000">
  <nombre = "modelo subdominio gestion almacenes" />
  <epc id = "00000001">
    <nombre = "epc-generación factura" />
    <evento id = "00000002">
      <nombre = "pedido abierto en vigor" />
    </evento>
    <evento id = "00000003">
      <nombre = "pedido normal pendiente" />
    </evento>
    <evento id = "00000004">
      <nombre = "servicio aceptado" />
    </evento>
  </epc>
</modelo>
  
```

```
</evento>
<proceso id = "00000005">
    <nombre = "proceso de recepción del material" />
</proceso>
<evento id = "00000006">
    <nombre = "material recepcionado" />
</evento>
<funcion id = "00000007">
    <nombre = "generar factura" />
</funcion>
<evento id = "00000008">
    <nombre = "factura generada" />
</evento>
<objeto_informacion id = "00000009">
    <nombre = "datos factura" />
    <contenido = "C:/mySAPR3/Ventas/Facturas/
Parametrizacion/Datos_factura.pdf" />
</objeto_informacion>
<xor id = "00000010">
    <nombre = "xor1" />
    <entrada_id = "00000002" />
    <entrada_id = "00000003" />
    <salida_id = "00000012" />
    <sec_ent = "no_ordenado" />
    <sec_sal = "no_ordenado" />
</xor>
<xor id = "00000011">
    <nombre = "xor2" />
    <entrada_id = "00000004" />
    <entrada_id = "00000006" />
    <salida_id = "00000012" />
    <sec_ent = "no_ordenado" />
    <sec_sal = "no_ordenado" />
</xor>
<and id = "00000012">
    <nombre = "and1" />
    <entrada_id = "00000010" />
    <entrada_id = "00000011" />
```



```

        <salida_id = "00000007" />
        <sec_ent = "no_ordenado" />
        <sec_sal = "no_ordenado" />
    </and>
    <conexión_cond id = "00000013">
        <nombre = "conexión_cond1" />
        <entrada_id = "00000005" />
        <salida_id = "00000006" />
        <tipo = "poscondicion" />
    </conexión_cond>
    <conexión_cond id = "00000014">
        <nombre = "conexión_cond2" />
        <entrada_id = "00000007" />
        <salida_id = "00000008" />
        <tipo = "poscondicion" />
    </conexión_cond>
    <conexión_infor id = "00000015">
        <nombre = "conexión_infor1" />
        <entrada_id = "00000009" />
        <salida_id = "00000007" />
    </conexión_infor>
</epc>
</modelo>

```

Figura 3.86 Ejemplo de formalización XML

Transformación del lenguaje XML en reglas de conocimiento

La base del dominio de conocimiento de nuestro asistente, en el marco de los sistemas basados en el conocimiento, son un conjunto de reglas de producción relacionadas entre sí formando una red semántica. Hemos desarrollado una metodología que permite obtenerlas a partir de un conjunto de diagramas (modelo EPC) que se ha formalizado utilizando el estándar XML. Para poder obtener las reglas a partir de los diagramas EPC hemos establecido una serie de pasos que detallaremos a continuación.

En primer lugar las reglas de producción se obtendrán a partir de las relaciones del diagrama, los nodos, como eventos o funciones, proporcionaran el texto a las reglas pero no generan reglas. De entre los distintos tipos de conexiones no debemos tener en

cuenta los conectores de información que formarán parte del módulo del dominio como conocimiento asociado pero no se transformarán en reglas. Este tipo de conector lo utilizará el asistente durante la ejecución de las reglas presentando información necesaria al proponer la realización de funciones al usuario.

Respecto a los conectores condición (precondiciones y poscondiciones) relacionan eventos con funciones o procesos y deben generar reglas simples como muestra la figura 3.87.

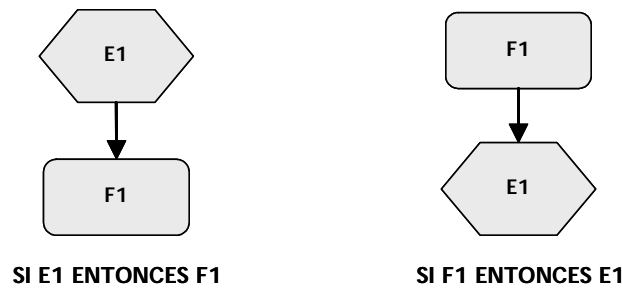


Figura 3.87 Reglas obtenidas de conectores condición

En las reglas anteriores y en las siguientes aparecen funciones. Como ya hemos visto las funciones y los procesos pueden aparecer indistintamente en los diagramas. Para la generación de reglas las funciones y los procesos funcionan de la misma forma. La única diferencia la realizará el asistente durante la ejecución, ya que cuando lance una función esperara la confirmación de su ejecución por parte del usuario y cuando lance un proceso esperara la confirmación a través de la ejecución de las reglas obtenidas del diagrama EPC asociado al proceso.

Respecto al último tipo de conectores a tratar, los conectores lógicos And, Or y Xor, pueden generar dos tipos de reglas: las reglas compuestas cuando alguna de sus entradas o sus salidas es otro conector lógico y las reglas simples cuando las entradas y salidas son solo de tipo evento, función o proceso. Teniendo en cuenta los posibles tipos de conexiones lógicas ya definidos en esta metodología, la figura 3.88 muestra las posibles reglas generadas por los conectores conjuntores (varias entradas y una salida) y disyuntores (una entrada y varias salidas).

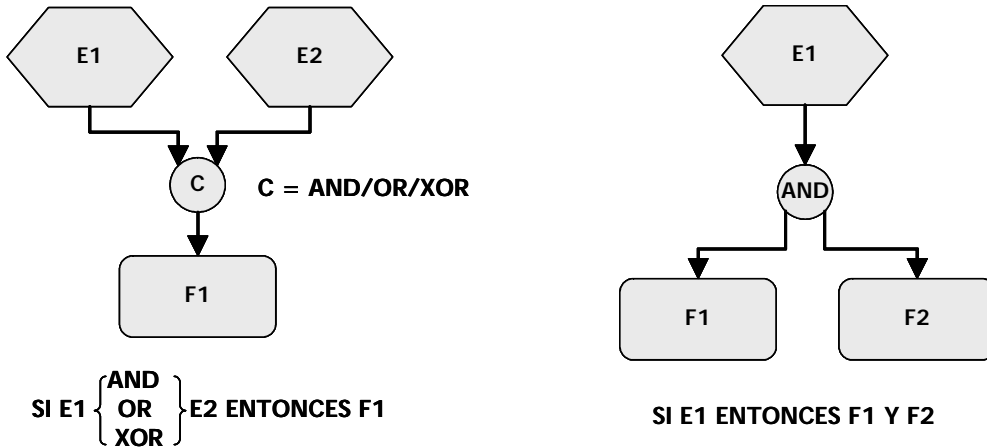
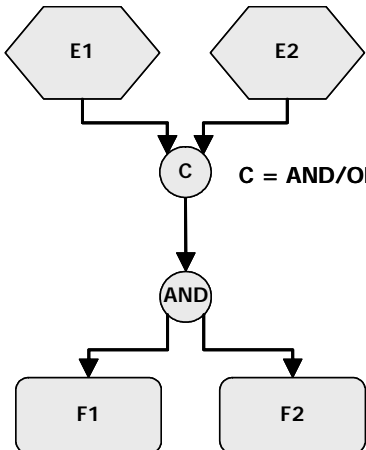
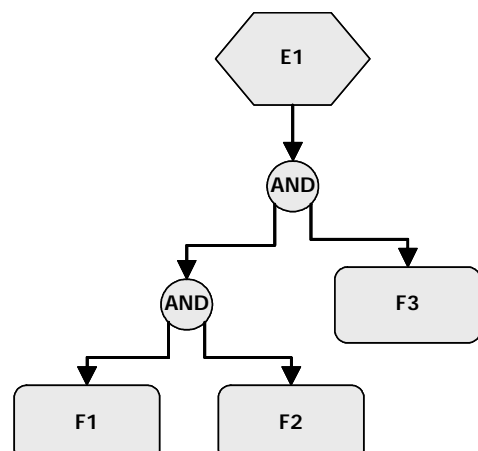
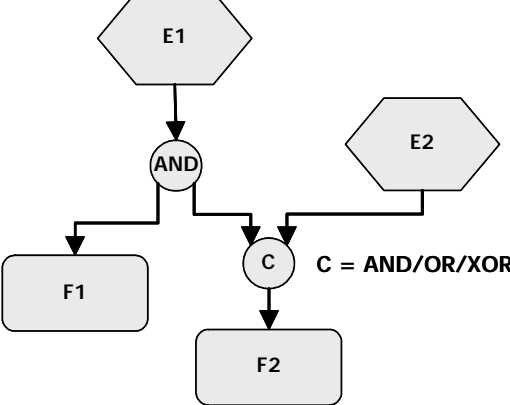


Figura 3.88 Reglas simples obtenidas de conectores lógicos

Las posibles reglas compuestas generadas por conectores lógicos unidos a otros conectores lógicos dependerán de los tipos de conector relacionados. Los tipos aquí considerados son los conjuntores y los disyuntores, ya que los divisores no pueden ir conectados a otro conector por propia definición (una función unida a los posibles eventos que produce como salida). La tabla siguiente (figura 3.89) muestra las distintas posibilidades y su representación.

CONECTOR	ENTRADA	SALIDA	EJEMPLO
conjuntor	conjuntor	-	<p style="text-align: right;">$C = \text{AND/OR/XOR}$</p> <p style="text-align: right;">$C = \text{AND/OR/XOR}$</p>

<p>conjuntor</p>	<p>disyuntor</p>	<p>-</p>	<p>The diagram shows a disjunctive relationship between events E1 and E2. E1 and E2 are connected to a central node C, with the label $C = \text{AND/OR/XOR}$. Additionally, E2 is connected to an AND gate, which also leads to node C. Node C leads to function F1, and the AND gate also leads to function F2.</p>
<p>conjuntor</p>	<p>-</p>	<p>conjuntor</p>	<p>The diagram shows a conjunctive relationship between events E1, E2, and E3. E1 and E2 are connected to a central node C, with the label $C = \text{AND/OR/XOR}$. E3 is connected to another node C, also with the label $C = \text{AND/OR/XOR}$. Both nodes C lead to function F1.</p>
<p>conjuntor</p>	<p>-</p>	<p>disyuntor</p>	<p>The diagram shows a conjunctive relationship between events E1 and E2. E1 and E2 are connected to a central node C, with the label $C = \text{AND/OR/XOR}$. Node C leads to an AND gate, which then branches into two functions, F1 and F2.</p>

<p>disyuntor</p>	<p>conjuntor</p>	<p>-</p>	
<p>disyuntor</p>	<p>disyuntor</p>	<p>-</p>	
<p>disyuntor</p>	<p>-</p>	<p>conjuntor</p>	

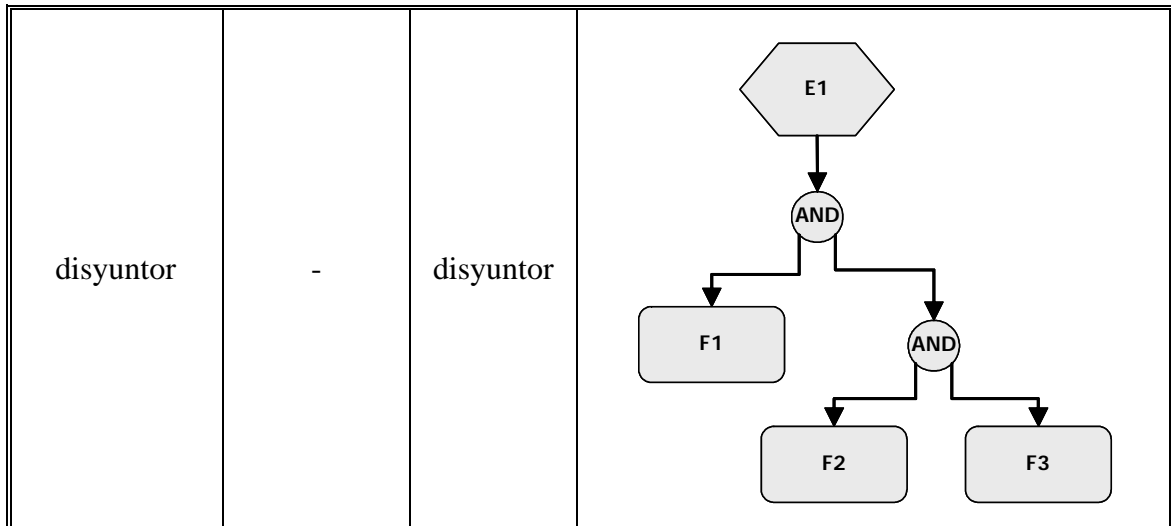


Figura 3.89 Tabla de posibles conexiones entre conectores lógicos

De la tabla anterior podemos concluir lo siguiente:

- ? Las relaciones ‘disyuntor con entrada disyuntor’ y ‘disyuntor con salida disyuntor’ no son posibles ya que deben ser reemplazadas por un único conector disyuntor (AND) con varias funciones como salida (el total de las funciones de salida de cada uno de los disyuntores).
- ? Las relaciones ‘conjuntor con entrada conjuntor’ y ‘conjuntor con salida conjuntor’ son iguales.
- ? Las relaciones ‘conjuntor con entrada disyuntor’ y ‘disyuntor con salida conjuntor’ son iguales.
- ? Las relaciones ‘conjuntor con salida disyuntor’ y ‘disyuntor con entrada conjuntor’ son iguales.

De las conclusiones anteriores podemos deducir que todas las posibilidades teóricas de conexión entre conectores lógicos pueden reducirse a las mostradas en la figura 3.90, en la que la ‘C’ representa un conjuntor y la ‘D’ un disyuntor.

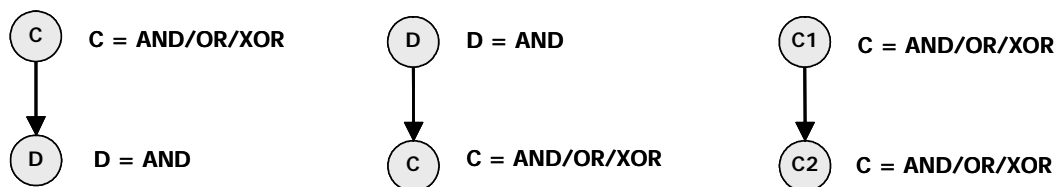


Figura 3.90 Posibilidades reales de conexión entre conectores lógicos

Como siguiente paso debemos establecer la forma de obtener reglas de producción para cada una de las posibilidades reales determinadas de conexión entre conectores

lógicos. Teniendo en cuenta que la estructura de nuestras reglas de producción compuestas son de alguno de estos dos tipos:

SI (condición compuesta) ENTONCES Función
 SI (condición compuesta) ENTONCES Función₁ Y Función₂ Y.....Y Función_n

y que la segunda de ellas es equivalente al conjunto de reglas:

SI (condición compuesta) ENTONCES Función₁
 SI (condición compuesta) ENTONCES Función₂

 SI (condición compuesta) ENTONCES Función_n

podemos deducir que el conector lógico que debe guiar la generación de reglas debe ser aquel cuya salida sea una función, evitando los conectores que tengan como salida otros conectores. Vamos a analizar los tres casos posibles de la anterior figura 3.89:

- ? Conjuntor que entra en un disyuntor. Dado que el conjuntor al tener una única salida, y esta ser un conector (el disyuntor), no puede tener como salida una función, luego elegimos el disyuntor como generador de reglas.
- ? Disyuntor que entra en un conjuntor. Dado que el disyuntor puede tener varias salidas y que solo sabemos que una de ellas es un conector (conjuntor) y que el conector puede tener como salida una función, elegimos ambos como generadores de reglas.
- ? Conjuntor que entra en un conjuntor. Dado que el conjuntor solo tiene una salida y que el primero de ellos no puede tener como salida una función (ya que entra en el otro conjuntor) pero si puede tenerla el segundo, elegimos el segundo conector como generador de reglas.

Una vez establecido este principio la generación de reglas compuestas será un proceso recursivo ya que las posibles relaciones entre conectores lógicos analizadas pueden conectarse entre sí. Como todo proceso recursivo el generador de reglas tendrá una pila en la que incluirá los conectores elegidos para generar reglas hasta que el proceso de generación que lance cada una esté completo, en cuyo caso el conector se eliminará de la pila.

Durante el proceso de generación de reglas se tendrá en cuenta la secuencia de ejecución establecida en los diagramas EPC: representación horizontal que implica orden de ejecución de izquierda a derecha y representación vertical que implica orden

de ejecución indiferente. Esta estructura gráfica se ha formalizado mediante atributos de la conexión lógica en XML por lo que será fácil aplicarla al generar las condiciones y conclusiones de cada regla.

A continuación veremos para cada uno de los tres posibles casos de conexión entre conectores lógicos la obtención de las reglas compuestas asociadas.

1. Conjuntor que entra en un disyuntor. Se genera tantas reglas como funciones de salida tiene el disyuntor como muestra la figura 3.91. Las reglas deben ser generadas en el orden correcto si las funciones son horizontales, es decir, de izquierda a derecha.

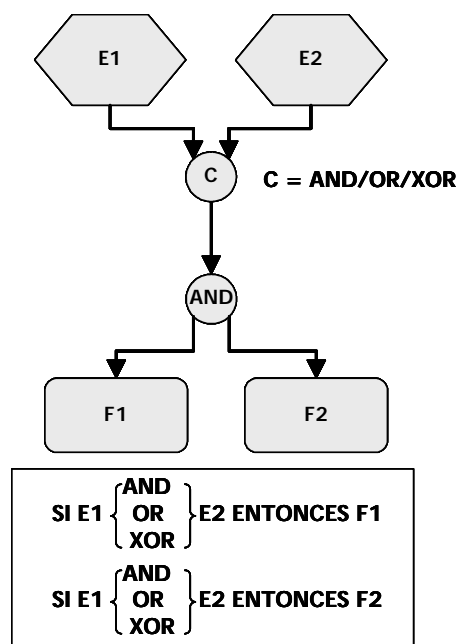


Figura 3.91 Regla generada por la conexión ‘conjuntor-disyuntor’

2. Disyuntor que entra en un conjuntor. Se generan dos reglas, una desde cada conector como muestra la figura 3.92. Las reglas deben ser generadas en el orden correcto si el disyuntor tiene orden de ejecución (representación de las salidas horizontal), es decir, para el ejemplo del dibujo, primero la regla con conclusión F1 y después la regla con conclusión F2.

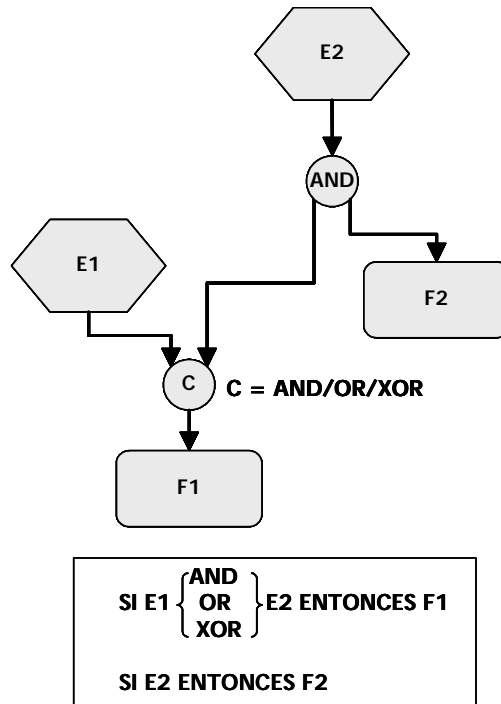


Figura 3.92 Reglas generadas por la conexión 'disyuntor-conjuntor'

3. Conjuntor que entra en un conjuntor. Se genera una regla desde el segundo conector como muestra la figura 3.93.

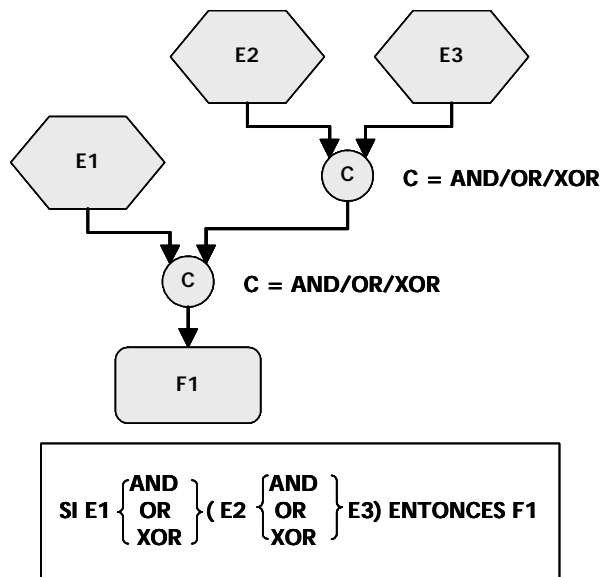


Figura 3.93 Regla generada por la conexión 'conjuntor-conjuntor'

Para finalizar este punto vamos a transformar en reglas de conocimiento el ejemplo de formalización XML, ya visto, de la figura 3.86. Como hemos visto solo tendremos que tener en cuenta los conectores que no sean de tipo información.

1. Transformaremos los conectores de condición. Tenemos dos de tipo poscondición. Buscamos para cada uno el nombre de los identificadores de entrada y de salida. Las reglas quedarán:

SI Proceso de recepción del material ENTONCES Material recepcionado

SI Generar factura ENTONCES Factura generada

2. Transformaremos los conectores And, Or y Xor. El primero que encontramos es el primer Xor. Controlamos el número de entradas y de salidas: dos entradas y una salida, luego es un conector conjuntor. Controlamos el tipo de entradas y de salidas. Su salida es un conector. Verificamos el tipo de conector de salida, que resulta un conjuntor (dos entradas y una salida). Desarrollamos, entonces, este segundo conjuntor. Controlamos el tipo de entradas y de salida. Las entradas son conectores que no van ordenados y la salida es una única función. Como primer paso tenemos la segunda parte de la regla (ENTOCES Generar factura). Como segundo paso desarrollamos el primer conector, buscando sus entradas, obteniendo una porción de la primera parte de la regla (O Pedido abierto en vigor O Pedido normal pendiente). Como tercer paso desarrollamos el segundo conector de la misma forma (O Servicio aceptado O Material recepcionado). Como cuarto y último paso componemos la regla final:

(O Pedido abierto en vigor O Pedido normal pendiente) Y (O Servicio aceptado O Material recepcionado) ENTONCES Generar factura

El resultado final de la transformación son tres reglas de producción encadenadas entre sí, formando una pequeña red semántica.

Obtención de parámetros

Durante la obtención de los diagramas EPC se han asociado objetos de información a ciertas funciones. Estos objetos de información deben contener los parámetros y la información necesaria sobre ellos cuya definición constituye el resultado de la función. Por ejemplo si la función es 'Asignar nivel' cuando la condición 'Política por punto de pedido' se cumple, el objeto de información asociado será el parámetro 'Nivel del punto de pedido' y los posibles valores que puede tomar. Además, como ya hemos visto en la definición de la arquitectura, el asistente podrá tener asociada información a cualquier elemento del dominio, como una explicación del significado del parámetro, su utilidad y sus consecuencias, por ejemplo un gráfico que muestre su aplicación con datos reales.

Cualquier sistema ERP de calidad tiene como soporte alguna herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering), utilizada para el desarrollo y mantenimiento del producto software. Una parte fundamental de estas herramientas constituye el modelo de datos. Este modelo contiene todos los parámetros, su definición, formato y posibles valores. Además los datos están agrupados en tablas, que es fácil identificar con subdominios. Hay que establecer, por tanto, la conversión de esta información en una estructura formal que represente los parámetros a utilizar en cada subdominio.

Dentro de las distintas posibilidades de las Herramientas CASE utilizaremos la técnica Entidad/Relación extendida. Se trata de una técnica cuyo objetivo es la representación y definición de todos los datos que se introducen, almacenan, transforman y producen dentro de un sistema de información, sin tener en cuenta las necesidades de la tecnología existente, ni otras restricciones. Esta técnica es ampliamente utilizada y, por ejemplo, se propone en la metodología Métrica Versión 3 del Ministerio de las Administraciones Públicas español, en la que nos basamos en esta fase del trabajo. Además ha sido ya utilizada por [Diez, 2006] para la obtención de reglas para un agente inteligente en el entorno de la producción flexible. Dado que el modelo de datos es un medio para comunicar el significado de los datos, las relaciones entre ellos y las reglas de negocio de un sistema de información, su uso es básico para la obtención de la información que debe manejar el módulo del dominio de nuestro asistente.

Dentro de los diagramas entidad/relación de las herramientas CASE estándar se definen tres elementos principales:

- ? Entidades. Es aquel objeto, real o abstracto, acerca del cual se desea almacenar información en la base de datos. Durante el proceso de transformación del modelo conceptual de datos al modelo físico, que se realiza en las de las herramientas CASE, las entidades se transforma, excepto algunas excepciones, en tablas que constituirán la base de datos. En los sistemas ERP existen tablas, y por tanto entidades, que forma la estructura de datos de parametrización de cada módulo.
- ? Relaciones. Es una asociación o correspondencia existente entre una o varias entidades. Al establecer ciertas relaciones en las herramientas CASE, estas definen como información de las tablas que relacionan los atributos clave.
- ? Atributos. Es una propiedad o característica de un tipo de entidad. Se trata de la unidad básica de información que sirve para identificar o describir la entidad. Un atributo se define sobre un dominio. Cada tipo de entidad ha de tener un

conjunto mínimo de atributos que identifiquen unívocamente cada ocurrencia del tipo de entidad. Este atributo o atributos se denomina identificador principal.

Para obtener la información de parametrización asociada a una función que el usuario del asistente debe ejecutar como consecuencia de su recorrido por la red semántica del dominio, partimos de dos elementos:

1. Objeto de información asociado a la función en el diagrama EPC en el que aparece la función. Partiremos de la transformación en formato XML del diagrama EPC del que obtendremos los datos del objeto de información. Estos datos se refieren a la tabla del sistema ERP a la que pertenecen los parámetros que deben ser definidos en la función correspondiente, el nombre de estos parámetro (puede ser uno o varios) y el nombre de la transacción del sistema ERP en la que de forma on-line pueden parametrizarse.
2. Información obtenida de la herramienta CASE sobre las entidades y sus atributos y datos detallados sobre estos. Cualquier herramienta CASE estándar contiene utilidades de extracción de la información, desde simples informes en formato texto, hasta documentos XML, pasando por tablas en Excel.

La información estándar extraída de la herramienta CASE consistirá en la lista de todas las entidades existentes. En algunos casos es posible dividir la información que se crea en la herramienta CASE en esquemas o proyectos, de esta forma dentro de un esquema o proyecto se crearán las entidades asociadas a cada modulo del sistema ERP representado. Si esto es así será posible obtener información más restringida, solamente aquella relativa a las entidades del modelo de datos de un modulo del sistema ERP que corresponde a un subdominio de nuestro asistente. Para cada una de las entidades obtenidas se listarán todos sus atributos.

La información que se extrae de cada atributo tendrá los siguientes datos:

- ? Nombre del atributo. Identificador del atributo, corresponderá con el nombre del parámetro del sistema ERP, por ejemplo 'nivel de punto de pedido'.
- ? Descripción. Información textual sobre el atributo, en nuestro caso, descripción básica del significado del parámetro. Este dato será utilizado por el asistente como información asociada al parámetro. Además, como ya hemos visto, el asistente podrá asociar más información, incluso de otro tipo (gráfica, auditiva, etc.) a cada parámetro.

- ? Identificador principal. Es un valor booleano que indica si el atributo es el identificador principal de la entidad, es decir, si representa unívocamente a una ocurrencia de la entidad. El identificador principal es un atributo con valor requerido obligatorio.

- ? Tipo de dato. Indica el tipo de valores aceptados para el parámetro. Los distintos tipos de datos pueden ser:
 - o Entero;
 - o Real;
 - o Entero positivo;
 - o Real positivo;
 - o Texto;
 - o Fecha;
 - o Hora;
 - o Booleano;
 - o Enumerado de un tipo determinado. Significa que existe una lista de valores del tipo indicado entre cualquiera de los tipos anteriores;
 - o Rango de un tipo determinado. Significa que existe un valor inicial y un valor final del tipo indicado entre cualquiera de los tipos anteriores.

- ? Valor requerido. Es un valor booleano que indicará si es obligatorio o no rellenar este atributo. Nuestro asistente no utilizará este valor ya que la obligatoriedad o no de rellenarlo vendrá definida por el camino de la red semántica recorrido por cada usuario concreto. Si un usuario ha llegado a la función asociada a este parámetro, debe obligatoriamente rellenarlo.

- ? Valor por defecto. En algunos casos, el sistema ERP propone un valor por defecto que será el utilizado si el usuario no lo cambia. Nuestro asistente utilizará este valor si no existe un valor en el módulo de usuario que sea específico para la empresa que esté, en ese momento, realizando la parametrización. Los valores específicos de usuario serán establecidos según la taxonomía empresarial de cada organización.

- ? Valores. Detalla los valores válidos según el tipo de dato. En el caso que el tipo de dato sea un enumerado apuntará a una lista con todos los valores de la enumeración. En el caso que el tipo de datos sea un rango indicará los valores iniciales y finales del rango. En el caso que el tipo de dato sea un texto indicará el número de caracteres máximo del texto.

- ? Comentario. Información opcional sobre el atributo. Nuestro asistente puede utilizar este dato como información asociada al parámetro.

Visto lo anterior, el proceso de obtención de la información asociada a una regla que aparece relacionada con un objeto de información en el modelo EPC se hará como sigue: se leerá la información del objeto de información, en la que aparecerá el nombre de la tabla del sistema ERP y del parámetro o parámetros que deben ser introducidos por el usuario al realizar la función asociada. A continuación se buscará en la información extraída de la herramienta CASE la entidad correspondiente a la tabla indicada y los parámetros. El módulo del dominio asociará a la función los atributos a parametrizar, su tipo de dato, su valor por defecto y sus valores. También asociará el atributo que sea identificador clave, ya que este definirá la tabla que se está parametrizando. Por ejemplo si se está definiendo el parámetro 'nivel de punto de pedido' para una determinada categoría de códigos, el atributo clave será 'categoría' y tendrá un valor ya definido por el usuario durante el recorrido por la red semántica o un valor que se debe definir en ese momento. Además mantendrá almacenado el nombre de la transacción que se utilizaría en el sistema ERP para realizar la parametrización. La estructura de datos detallada de todos los modelos se concretará en el capítulo cuarto sobre la creación de un prototipo del asistente inteligente para SAP R/3.

Es importante asociar a cada parámetro que se rellene durante el recorrido del usuario por la red semántica el nombre de la transacción que se debería utilizar durante la parametrización directa en el sistema ERP. Esta información será imprescindible para poder utilizar el asistente inteligente para parametrizar el sistema ERP una vez que el usuario haya recorrido la red semántica del dominio completo o de algún subdominio. Esta parametrización se podrá realizar automáticamente a partir del asistente utilizando el nombre de la transacción, el nombre del identificador clave de la tabla donde está el parámetro, el nombre del parámetro y el valor (ya validado) que ha decidido el usuario.

3.3.2. Módulo del usuario

En el modelo de usuario distinguimos tres tipos de conocimiento: el conjunto de reglas valoradas y preferencias de cada usuario colectivo e individual, las métricas de calidad con los criterios y valores de cada usuario colectivo y la situación de parametrización de cada usuario individual en cada subdominio.

La parte más importante del módulo de usuario son las reglas valoradas y las preferencias definidas por cada usuario individual o colectivo que se utilizarán para guiar en la parametrización del sistema ERP de forma personalizada según cada usuario y la taxonomía empresarial a la que pertenezca. La figura 3.94 muestra la estrategia

metodológica utilizada por el asistente para obtener esta parte, reglas valoradas y preferencias, del módulo de usuario.

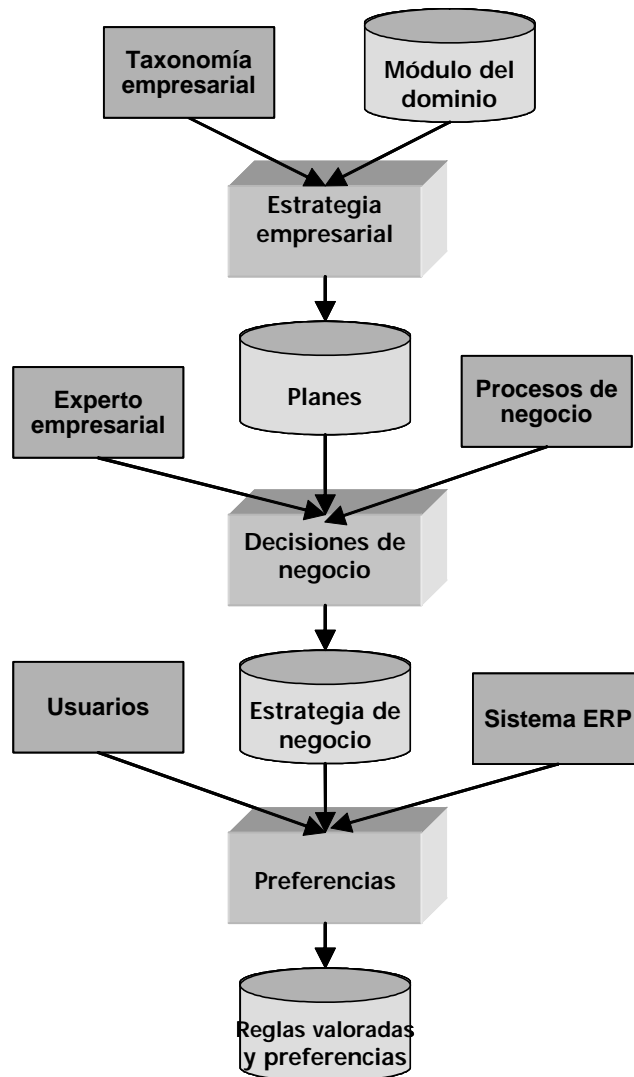


Figura 3.94 Proceso de obtención de reglas valoradas y preferencias en el módulo de usuario

Para la obtención del conocimiento relativo a reglas valoradas y preferencias se ha dividido el proceso en tres partes. En cada una de ellas se obtiene información útil por sí misma.

Para obtener el resultado del primer paso (Planes) partimos de:

- ? Taxonomía empresarial. Como hemos visto en el apartado 3.2.1 hemos desarrollado una taxonomía empresarial que determina, para cada tipo definido, un conjunto de procesos y funciones que establecen una estrategia empresarial.

- ? Módulo del dominio. Contiene la red semántica que indica los posibles caminos de parametrización de cada subdominio y la información sobre cada parámetro: transacción, tipo de valores, etc. También posee información adicional que puede ayudar al usuario en sus decisiones.

El conocimiento obtenido en este paso contiene la información relativa a los deseos y preferencias en cuanto a la forma de realizar la parametrización de cada estrategia empresarial asociada a cada tipo de empresa de la taxonomía creada. La información se obtiene de la taxonomía empresarial en la que se encuentra cada usuario colectivo. La taxonomía empresarial determinará procesos y funciones a realizar y algunas decisiones estratégicas que deben ir reflejadas en la actuación del ERP, y, por tanto, en la parametrización, que es su guía de actuación. Según la taxonomía habrá algunas decisiones que el asistente pueda tomar, tanto en el camino que debe seguir la parametrización, asociando valores a las premisas de algunas reglas de la red semántica, como en el valor que se deben dar a los parámetros necesarios.

Para obtener el resultado del segundo paso (Decisiones de negocio), además de usar el conocimiento sobre los Planes, partimos de:

- ? Expertos en los procesos de negocio de la empresa que va a implantar el sistema ERP. Estos expertos deberán serlo de las distintas partes del negocio, áreas, correspondiente a cada subdomino del módulo del dominio. Serán personas que conozcan la organización que va a usar el ERP, directivos o personal con experiencia. Habrá que establecer entrevistas conjuntas e individuales que nos ayuden a formalizar ese conocimiento. Dentro de esta categoría se considera cualquier documento en lenguaje natural (texto), por ejemplo manuales sobre la forma de trabajo de la empresa que va a implantar el sistema, sus planes estratégicos, presupuestos, etc., es decir, cualquier información escrita que complemente el conocimiento del experto.
- ? Procesos de negocio. Es habitual en el entorno empresarial utilizar como documentación representaciones gráficas de los procesos de negocio. Hay distintos métodos de representación pero, como hemos visto en el apartado 3.2.2 de modelización de procesos, los distintos tipos de técnicas tienen los mismos elementos principales y con el mismo significado: actividad, estado, evento y tiempo, por lo que será fácil su comprensión. Dentro de esta categoría se consideran también documentos en lenguaje natural (texto) que pueden proceder de las descripciones de procesos de negocio y de cualquier definición escrita de pautas de trabajo de la empresa que va a implantar el sistema.

El conocimiento obtenido en este paso contiene la información relativa a los deseos y preferencias en cuanto a la forma de realizar la parametrización. Esta información esta

asociada a cada usuario individual que parametriza el sistema y consiste en aplicar valores a algunas premisas de las reglas de la red semántica, de forma que se establezcan caminos personalizados para recorrerla, y valores a algunos parámetros asociados a estos caminos. Esta información se obtiene por defecto de los planes propios del usuario colectivo al que pertenezca y posteriormente puede ser modificada por cada usuario individual. De esta forma el asistente, además de guiar de forma inteligente según cada estrategia empresarial de la taxonomía creada, guiará de forma personalizada según las decisiones estratégicas de cada empresa.

Para obtener el resultado del tercer paso (Preferencias) partimos de:

- ? Usuario. Pueden ser colectivos, empresas, o individuales, personal de la empresa o consultores. Se refiere a cualquier utilizador del sistema que puede indicar sus preferencias en cuanto a la forma de usarlo (idioma, tamaño de letra, prioridad en el tipo de ayuda, etc.).

- ? Sistema ERP. Contiene la información sobre los usuarios dados de alta en el sistema, su clave y su descripción, en la que se incluye la empresa a la que pertenecen e, incluso, el departamento si es necesario.

El conocimiento obtenido en este paso contiene la información relativa a la identificación de los usuarios, tanto individuales como colectivos, la relación entre ellos, es decir la pertenencia de los individuales a colectivos y sus preferencias en cuanto a la presentación de la información.

Los usuarios colectivos se crearán directamente en el asistente a través del interfaz y serán aquellas empresas que están implantando o usando el sistema ERP. Se añadirá información en el asistente sobre sus preferencias, por ejemplo el idioma, el tamaño y tipo de letra, etc. Los usuarios individuales podrán cargarse directamente en el asistente, como los colectivos, o tomarse de cada sistema ERP que se está implantando, creándose, además, la relación entre usuario individual (persona) y colectivo (empresa). También podrá tomar la clave de cada usuario del sistema ERP, útil para la posterior parametrización automática del sistema. Además tomarán, por defecto las preferencias de uso del usuario colectivo al que pertenecen, por ejemplo el idioma que usará el asistente en el interfaz. Posteriormente el usuario individual podrá modificar sus preferencias directamente en el asistente y este podrá modificarlas automáticamente, durante su uso, en función de acciones reiteradas del usuario, por ejemplo cambio del idioma que aparece en la interfaz cuando está trabajando con el asistente.

Durante el uso del asistente se podrá añadir información sobre cada usuario relativa a la utilización del sistema, como tiempo y frecuencia de uso, subdominios a los que accede, etc.

Otra parte importante del módulo de usuario son las métricas de calidad definidas que se utilizarán para mejorar la parametrización inicial del sistema después de haber utilizado el ERP y haber medido sus resultados. La figura 3.95 muestra la estrategia metodológica utilizada por el asistente para obtener esta parte, métricas de calidad, del módulo de usuario.

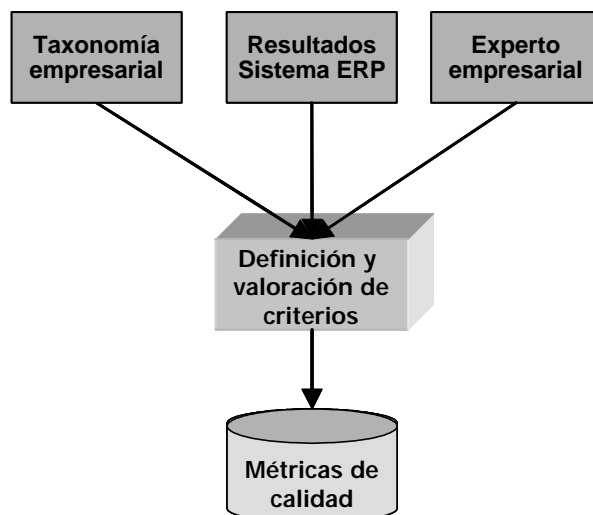


Figura 3.95 Proceso de obtención de métricas de calidad en el módulo de usuario

Para obtener las métricas de calidad partimos de:

- ? Experto empresarial. Expertos de alto nivel, en general, personas con responsabilidad directiva que conocen la estrategia y planes empresariales y pueden determinar la importancia de los factores de éxito del sistema ERP en su negocio y los valores deseables y óptimos de cada criterio de calidad.
- ? Taxonomía empresarial. Contiene para cada tipo definido dentro de la taxonomía los procesos, funciones e, incluso, valores de los parámetros que establecen su propia estrategia empresarial.
- ? Resultados sistema ERP. Según la métrica de calidad elegida, el sistema ERP deberá enviar al asistente informes con los valores reales obtenidos durante el uso del sistema, para cada criterio.

La métrica de calidad debe definirse para cada usuario colectivo, es decir, cada empresa implantadora y contiene los criterios de calidad y los valores, para cada uno de ellos, aceptables y óptimos de cada subdominio, que serán definidos para cada usuario colectivo, ya que dependen de la estrategia empresarial de cada empresa u organismo. Se ayudarán de la definición estratégica de cada taxonomía. Además debe contener la información relativa a las mediciones de calidad efectuadas durante la utilización del

sistema ERP ya implantado y parametrizado. Por tanto, dentro de cada proceso se definirán criterios que se categorizarán según su importancia estratégica para el entorno empresarial y estarán definidos por atributos, ya establecidos en el capítulo sobre las bases metodológicas (prioridad, requerimientos mínimos, importancia relativa, índice, valor mínimo, valor óptimo) y por el valor real obtenido en las mediciones de uso del sistema. Este valor puede estar formado por un conjunto de valores que cubran períodos temporales determinados.

El conocimiento sobre métricas de calidad contenido en este módulo es, por tanto, útil durante la vida y utilización del sistema ERP, no durante su implantación. En la fase de implantación esta información podrá definirse aunque no utilizarse. Posteriormente, cuando el asistente haya parametrizado el sistema y esté implantado y en uso se completará para que el asistente analice los resultados según los datos reales, aceptables y óptimos de cada subdominio. Esta información es importante porque, según el resultado, el asistente propondrá la modificación de la parametrización realizada.

Para finalizar, dentro del módulo de usuario, se incluirá la situación de parametrización de cada uno. Esta información es fundamental para parametrizar el sistema ERP una vez que el usuario haya recorrido la red semántica del dominio completo o de algún subdominio. La figura 3.96 muestra la estrategia metodológica utilizada por el asistente para obtener esta parte, situación de parametrización, del módulo de usuario.

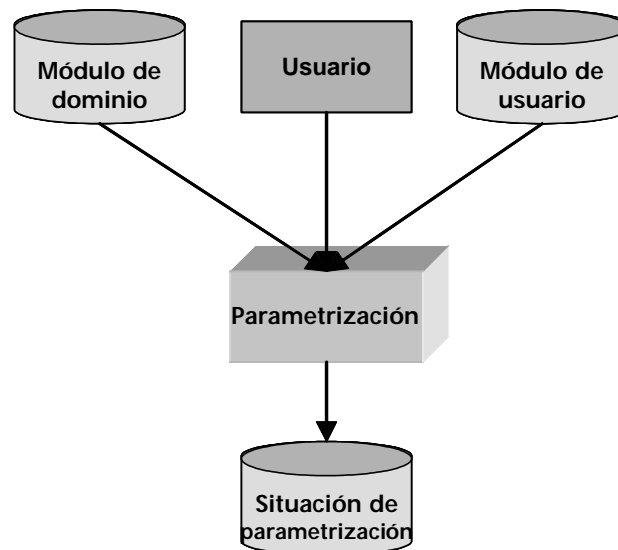


Figura 3.96 Proceso de obtención de la situación de parametrización en el módulo de usuario

Para obtener la situación de parametrización partimos de:

- ? Usuario. Toma las decisiones en cuanto a subdominio a parametrizar y valor a establecer en cada parámetro que le propone el asistente, también puede decidir usar los valores que le sugiere el asistente.
- ? Módulo de usuario. Contiene la situación actual de parametrización de cada subdominio, así como las preferencias y planes de usuario que definen valores para parámetros concretos determinados por su estrategia empresarial y sus prioridades.
- ? Módulo del dominio. Contiene el camino de parametrización de cada subdominio y la información sobre cada parámetro: transacción, valores, etc. También posee información adicional que puede ayudar al usuario en sus decisiones.

La situación de parametrización contendrá la información de la parametrización realizada hasta el momento por cada usuario individual en su propio subdominio de la implantación ERP que este realizando y, por lo tanto, la situación de parametrización total de cada implantación ERP, entendida como el conjunto de parametrizaciones de subdominios. Esta información se obtendrá mientras el usuario recorre todos los caminos de la red semántica del subdominio y decide los valores de cada parámetro o utiliza los que le presenta como propuesta el asistente.

La parametrización real sobre el propio sistema ERP, objeto final del trabajo del asistente, se podrá realizar automáticamente a partir del módulo de usuario, ya que contiene la lista de todos los parámetros a actualizar, el valor válido definido por el usuario, el nombre de la transacción del ERP a ejecutar y cualquier otro dato necesario para su ejecución. Estos últimos datos están asociados a cada parámetro en el módulo del dominio. Para el proceso de carga automática sobre el sistema MRP de la situación de parametrización utilizaremos las técnicas que cada sistema proporciona. Veremos un ejemplo en el capítulo siguiente que desarrolla un prototipo para SAP R/3.

3.3.3. Módulo de calidad

Este modelo contiene el conocimiento necesario para relacionar los criterios de calidad genéricos que será posible que utilice cada organismo o empresa con las reglas de la red semántica que están implicadas en cada criterio. La figura 3.97 muestra la estrategia metodológica utilizada por el asistente para obtener el módulo de calidad.

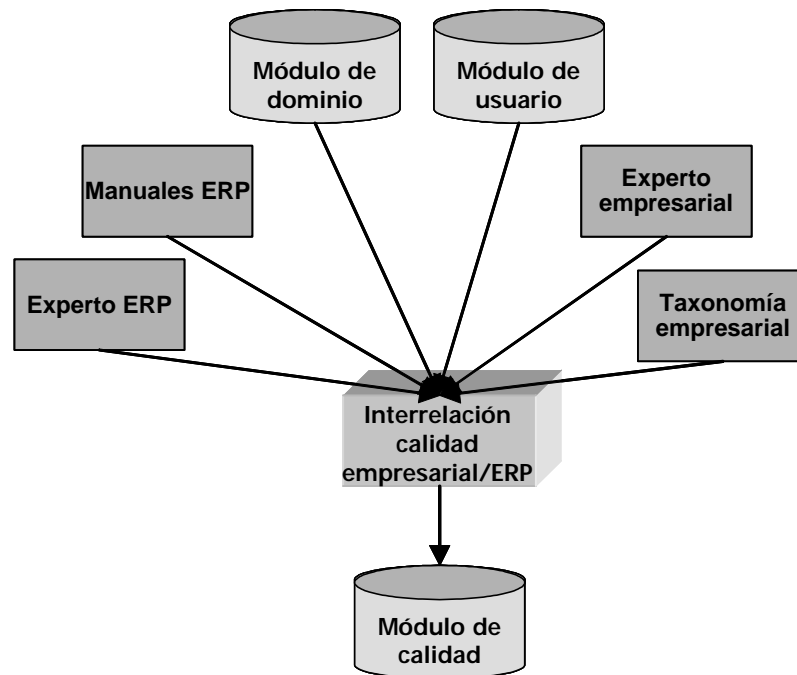


Figura 3.97 Proceso de obtención del módulo de calidad

Para obtener esta información partimos de varias fuentes de conocimiento y de los modelos ya obtenidos de dominio y de usuario:

- ? **Módulo del dominio.** Contiene la información normalizada de la completa red semántica del dominio. Está dividido en subdominios y cada uno de ellos asociado a una parte de la red semántica. La red semántica se compone de reglas de conocimiento encadenadas entre sí. Por otro lado la información sobre los parámetros del sistema ERP está relacionada, en el módulo del dominio, con la función en la que se debe definir cada uno. Además cada función forma parte de una regla de producción. De esta forma es fácil determinar que función, regla de producción y subdominio definen cada parámetro.
- ? **Módulo de usuario.** Contiene la información normalizada de los criterios de calidad definidos por cada empresa, según su estrategia y decisiones de negocio. Además contiene información histórica de las actuaciones del usuario en el asistente, los resultados de parametrización y las métricas de calidad obtenidas como consecuencia de su actuación.
- ? **Manuales del sistema ERP.** Contienen información útil sobre el proceso de parametrización y el significado y uso de cada parámetro.
- ? **Expertos del sistema ERP y del negocio.** Personal experto en el uso del sistema ERP, la utilización de cada parámetro y sus consecuencias. Además personal

experto de la empresa que conozca las decisiones de negocio, sus prioridades y sus puntos fuertes y débiles.

- ? Taxonomía empresarial. Contiene información sobre la estrategia empresarial de cada empresa clasificada, es decir, funciones y procesos principales que corresponden con los subdominios que influirán más en los resultados empresariales.

A partir de toda esta información el módulo de calidad debe asociar cada indicador de calidad con un subdominio cuya parametrización es responsable de los resultados de calidad, sabiendo que cada subdominio corresponde con una parte de la red semántica de conocimientos del asistente. Para ello se utilizará la información de los expertos, los manuales y la estrategia empresarial que relacionará cada criterio definido en el módulo de usuario con el parámetro o parámetros del sistema ERP que influyen en su cumplimiento. Una vez determinado esto, a través del módulo del dominio, podemos asociar cada criterio con una función, una regla de conocimiento y la parte de la red semántica o subdominio a la que pertenece. De esta forma el asistente puede aconsejar al usuario la parte del dominio cuya parametrización debe revisar en función de los resultados de calidad obtenidos en el sistema ERP implantado y en funcionamiento. Además de indicar la parte de la red semántica a revisar debe aconsejar sobre los posibles cambios a realizar en la parametrización según el criterio de calidad considerado, analizando el historial de calidad de la propia empresa o de otras similares incluidas en la misma taxonomía, los valores y las condiciones ya utilizadas y sus resultados, información incluida en el módulo de usuario.

4 IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA SAP/R3

En este capítulo desarrollaremos un prototipo basado en nuestra propuesta de asistente inteligente aplicado al sistema ERP SAP R/3. En primer lugar introduciremos este sistema y, en concreto, explicaremos el ámbito general en el que se encuadrará el prototipo: el proceso de la cadena de suministro o supply chain en SAP R/3. Dentro de este proceso detallaremos el subproceso de parametrización de la planificación de necesidades de material que será el conocimiento del dominio del asistente. A continuación estableceremos las características particulares de este subproceso para un tipo de empresa concreta dentro de la taxonomía creada en este trabajo. Hemos seleccionado una empresa típica de producción y venta de tecnología en el ámbito de las telecomunicaciones.

Una vez seleccionado el entorno de aplicación del prototipo realizaremos su análisis completo siguiendo la arquitectura propuesta, comenzando por el modelo de datos a nivel conceptual, entidades y relaciones, y a nivel físico, desarrollando una estructura de datos que representará las reglas y los objetos de información del subdominio, así como su aplicación a la taxonomía elegida. Tras el modelo de datos, analizaremos el modelo de procesos, creando los procedimientos y funciones del asistente, así como el interfaz con el usuario y con el sistema SAP R/3.

Finalmente aplicaremos la metodología propuesta para la creación de contenidos en el desarrollo de las reglas y objetos de información necesarios para implementar el subproceso elegido, basándonos en la documentación de SAP R/3.

4.1. SAP/R3

El sistema SAP R/3 es un paquete avanzado de elaboración de datos que proporciona una serie completa de soluciones aplicativas de gestión que cubren todas las áreas empresariales. SAP R/3 es la solución principal de la compañía SAP y, de hecho, de ella derivan el resto de soluciones que tiene en el mercado. SAP, es una de las primeras empresas mundiales en implantaciones ERP. Según [Brandt, 2005], a finales de 2004 SAP cubría una cuota de mercado global del 58%, mientras que su más directo competidor PeopleSoft (ya unido a Oracle) alcanzaba el 22%. La versión SAP R/3 se lanzó al mercado en el año 1992 y fue un cambio decisivo en el mercado ERP por su arquitectura cliente/servidor, la integración total de sus funciones, la posibilidad de manejo de la información por parte del usuario y las posibilidades de parametrización que le permiten una gran escalabilidad para su adaptación tanto a pequeñas como a grandes empresas.

SAP R/3 se compone de una base de datos única para todas las funciones, más de cuarenta módulos independientes y a la vez integrados y un entorno de desarrollo de aplicaciones y datos que posibilita modificar y crear tanto programas como datos, personalizando totalmente la aplicación. También dispone de un soporte total al cliente con servicio continuo y actualizaciones y mejoras periódicas.

La arquitectura de SAP R/3 es del tipo cliente servidor a tres niveles como muestra la figura 4.1.

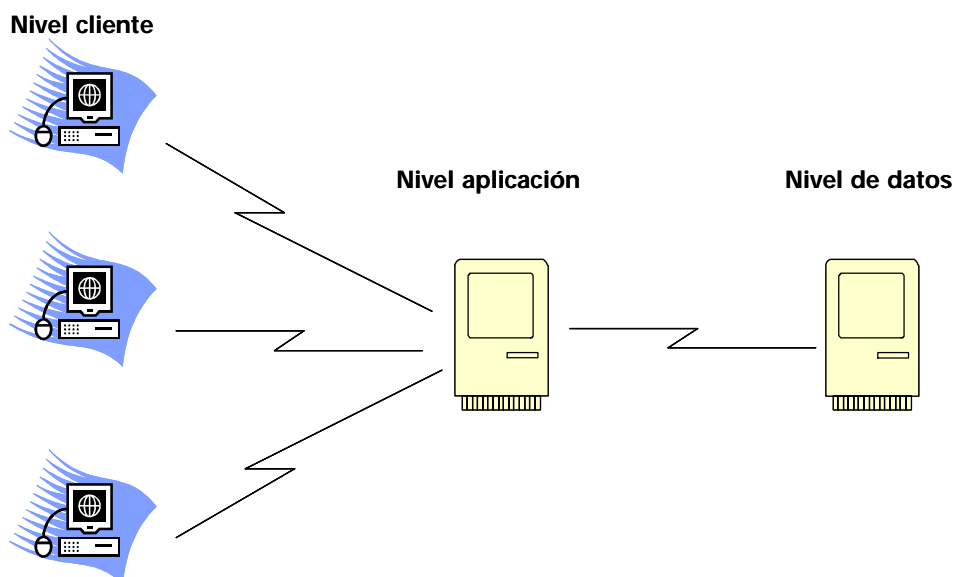


Figura 4.1 Arquitectura a tres niveles de SAP R/3

- ? Nivel cliente. Está instalado en cada ordenador de usuario y consiste en una aplicación (sapgui.exe) que gestiona la interfaz de usuario, presenta el menú, controla teclas de función, teclado y ratón y realiza el intercambio de información con el nivel de aplicación.
- ? Nivel aplicación. Puede estar instalado en uno o más servidores conectados entre sí. Consiste en la ejecución de la lógica del sistema, realizando la entrada y salida con el usuario y ejecutando el código ABAP (Advanced Business Application Programming) que es el lenguaje propietario de cuarta generación en el que está programado SAP. Para la ejecución de las aplicaciones envía peticiones al nivel de datos y recibe de él información.
- ? Nivel datos. Esta instalado en el servidor de datos y contiene la base de datos integrada del sistema. Gestiona todos los accesos y actualizaciones de datos, comunicándose con el nivel de aplicación.

La plataforma en la que se puede instalar SAP R/3 es muy variada e incluye las más importantes del mercado. En la parte cliente y aplicativa el sistema operativo puede ser WinNT, Win2000, Unix, Solaris, AS/400 y MVS. En la parte de datos el sistema de gestión de base de datos puede ser Informix, DB2, Microsoft y SQL Server.

En cuanto a la lógica de funcionamiento, SAP R/3 es un sistema ERP guiado por eventos, es decir, las funciones se relacionan unas con otras en base a la cadena de actividad de cada proceso, es decir todas las funciones, independientemente de su módulo, están relacionadas, olvidando las rígidas separaciones de las funciones según su área de trabajo. La figura 4.2 muestra la estructura modular de SAP R/3.



Figura 4.2 Estructura modular de SAP R/3

A pesar de esta división modular, como ya hemos dicho, la ejecución de funciones y el acceso a los datos es transversal, pero al mismo tiempo, es posible hacer implantaciones parciales que incluya solo algunos módulos. Vamos a listar los módulos principales divididos por áreas:

- ? Sistema Contable. Gestiona los aspectos económicos. Se divide en:
 - o FI (Financial Accounting). Contabilidad financiera.
 - o CO (Controlling). Contabilidad de gestión.
 - o TR (Treasury). Tesorería.
 - o AM (Asset Management). Gestión de productos y componentes.

- ? Logística. Gestiona los aspectos relacionados con la actividad empresarial. Se divide en:
 - o PP (Production Planning). Planificación de la producción.
 - o MM (Material Management). Gestión de materiales.
 - o SD (Sales and Distribution). Ventas y distribución.
 - o PM (Plant Maintenance). Mantenimiento de sedes.
 - o QM (Quality Management). Gestión de la calidad.

- ? Recursos Humanos. Solo contiene un módulo:
 - o HR (Human Resources). Gestión de los recursos humanos.

- ? Otros módulos. Agrupa los siguientes módulos:
 - o PS (Project System). Gestión de proyectos.
 - o WF (Workflow). Gestión de flujos de trabajo.
 - o IS (Industry Solution). Gestión específica de algunos procesos.

Las funciones a realizar en el sistema están guiadas por el proceso al que pertenecen y son transversales a los módulos. Por ejemplo una orden de venta se introduce en el módulo SD (ventas), produce la utilización del PP (producción) que se integra con el MM (materiales) y el CO (contabilidad). La realización de las funciones se basa en los documentos, es decir el producto de ellas. Un documento se compone de cabecera, que incluye información general, como fecha y sociedad, y cuerpo, que incluye datos particulares del tipo de documento. Las transacciones en SAP R/3 no finalizan hasta que los datos necesarios han sido introducidos y evaluados con éxito. Los documentos y los datos que son necesarios y opcionales en cada uno pueden ser determinados por cada empresa utilizadora, en lo que se llama parametrización del sistema. La configuración del sistema, que incluye la definición de la arquitectura y la parametrización, se realiza

en dos momentos secuenciales. El primero incluye los aspectos fundamentales del sistema completo o funciones centrales, como el calendario, las sedes, la moneda, etc., que identifican el entorno de funcionamiento. En un segundo momento se interviene sobre los parámetros de cada módulo, definiendo la estrategia de funcionamiento particular. Para la configuración completa SAP R/3 utiliza más de 8000 tablas. La definición de la estructura y política empresarial y su traducción a la configuración del sistema, es un momento fundamental y de él depende el éxito de su uso, ya que permitirá la unión de las distintas funciones y la activación de los elementos necesarios en cada proceso, integrando los flujos lógicos e informativos. La figura 4.3 muestra una pantalla de SAP R/3 que permite iniciar la parametrización de algunos aspectos del sistema.

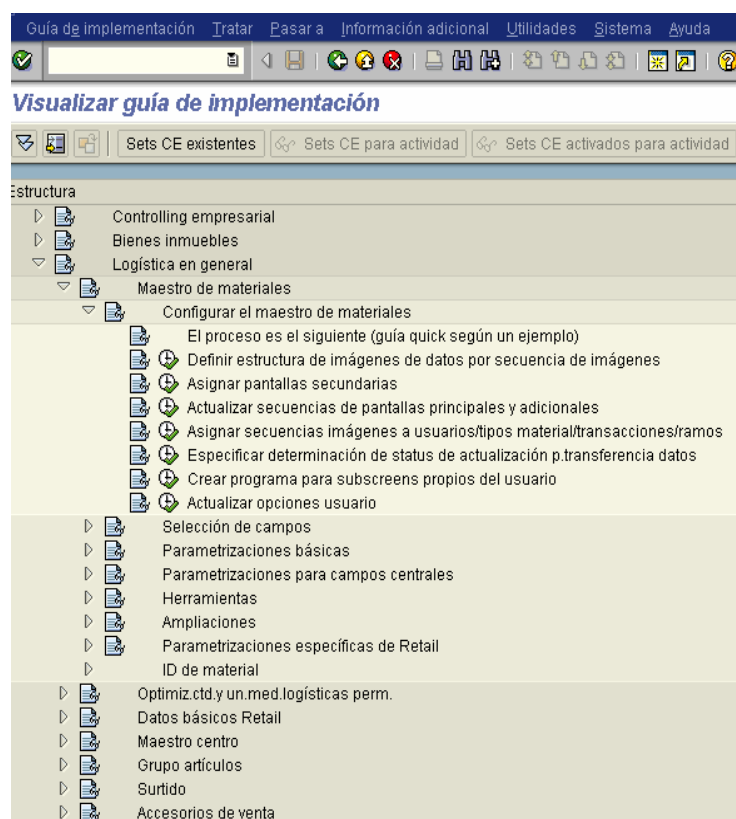


Figura 4.3 Ejemplo de pantalla de parametrización en SAP R/3

4.1.1. El proceso de la cadena de suministro (supply chain) en SAP/R3

La cadena de suministro o Supply Chain se define como una red de organizaciones que están colegadas a través de relaciones en diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios destinados al consumidor final, incluye proveedores, almacenes, sedes de distribución, políticas de planificación, etc. La figura 4.4 muestra la parte del proceso de negocio de la cadena de suministro gestionada por un sistema SAP R/3.

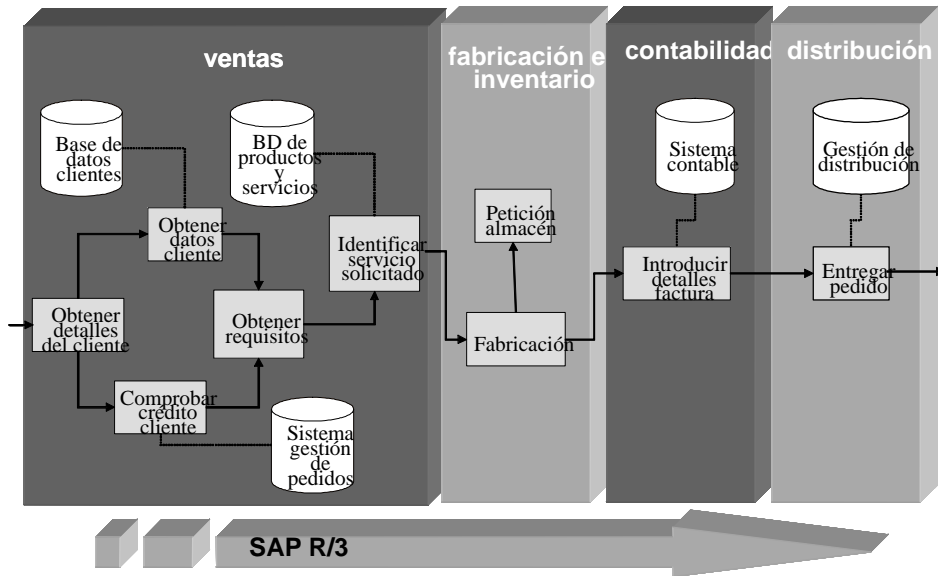


Figura 4.4 Ámbito de gestión de la cadena de suministro de SAP R/3

Cada entidad en la cadena representa un nodo que tiene una demanda propia y una cierta capacidad. La dificultad estriba en gestionar estos parámetros de forma síncrona entre todos los nodos, maximizando la eficiencia del global de la demanda y la capacidad productiva y siendo lo bastante flexible como para reconfigurarse según las fluctuaciones del mercado. Los nodos se dividen en dos categorías:

- ? Agentes de producción. Comprende los puntos de venta con los que se relaciona el consumidor final, los centros de distribución que almacenan y distribuyen el material a mayoristas o minoristas y las plantas o sedes que realizan la producción y/o ensamblaje de los componentes para obtener un producto final e incluyen los proveedores y subcontratistas.
- ? Agentes de servicio. Comprende los nodos de transporte, que se ocupan de la transferencia física de los bienes y los nodos de servicio que ofrecen los servicios de base para todas las actividades, por ejemplo el control contable.

Desde un punto de vista organizativo las funciones que desarrolla cada nodo se pueden dividir en tres grupos:

- ? Funciones internas. Comprende la gestión de la producción, la ejecución de los órdenes y la coordinación de los flujos de información y trabajo.
- ? Funciones externas iniciales. Comprende la compra y gestión de materiales, la gestión de las relaciones y el intercambio de información con los suministradores.

- ? Funciones externas finales. Comprenden la creación y gestión de órdenes de venta, la gestión del almacén de productos terminados y la expedición y la gestión de las relaciones y el intercambio de información con los clientes.

El objetivo principal de coordinación entre todos los nodos y funciones consiste en el equilibrio entre tres componentes: los recursos, el inventario y la demanda. Por un lado la definición de recursos, como centros productivos y de otros servicios, maquinaria, herramientas y recursos humanos y su control y actualización en función de los otros dos parámetros. Por otro lado la definición del inventario a dos niveles, el superior que ve el medio y largo plazo y los productos considerados de alto nivel de control y el inferior que se refiere a la necesidad de aprovisionamiento de los materiales individuales de cualquier nivel. El inventario utiliza los recursos para crearse y mantenerse mientras que satisface las necesidades de la demanda. Finalmente, la demanda que se divide en previsiones, es decir el resultado de los estudios de mercado que nos ayudan a la posible entrega del producto en un tiempo menor al de su total ciclo productivo y la demanda cliente o real, que es el resultado del conjunto de órdenes de venta en firme. La búsqueda del equilibrio entre estos tres elementos define la política de actuación de la cadena de suministro basada en el tipo de demanda, que puede ser:

- ? Make-to-stock. Gestionar teniendo en cuenta demanda solo de previsiones, de forma que las órdenes de venta se satisfarán de forma inmediata;
- ? Make-to-order. Gestionar teniendo en cuenta solo la demanda procedente de las órdenes de venta;
- ? Assembly-to-order. Gestionar solo con previsiones hasta un cierto punto, variable, en el que continua solo con órdenes de venta.

El objetivo de la política elegida será tener el producto justo, en la cantidad justa, en el momento justo y con el coste mínimo.

Finalmente vamos a ver como la gestión de la cadena de suministro se desarrolla a tres niveles:

- ? Plano estratégico. Trata de definir y utilizar la estructura de red organizativa para conseguir los objetivos del negocio a menor coste. Es el responsable de la definición de los procesos de negocio y la estrategia empresarial. Utiliza el ERP para la parametrización del entorno y la obtención y análisis de información de alto nivel.
- ? Plano táctico. Gestiona las actividades de previsión de la demanda, distribución del transporte y planificación del aprovisionamiento y la producción a corto/medio plazo. Incluye las decisiones y parametrizaciones fundamentales del

ERP, la definición logística y el uso del sistema en cuanto a creación de recursos, entrada de datos principales y obtención y análisis de información sobre las relaciones con clientes y proveedores.

- ? Plano operativo. Comprende las actividades de programación de las operaciones en general, movimientos de almacén, envío y recepción de pedidos de compra, lanzamiento y cierre de órdenes de producción, gestión del transporte y transmisión de información recogida en planta y en tiempo real.

Es en este ámbito en el que nos vamos a mover en el diseño del prototipo, aunque todavía bastante amplio, y por tanto, la parametrización se realizará solo para una parte de este proceso. Digamos que el dominio completo del prototipo será la cadena del suministro, aunque el desarrollo se hará para uno de sus subdominios, la política de planificación de necesidades de material.

4.1.2. El proceso de parametrización de la planificación de necesidades de material en SAP R/3

El proceso de parametrización de necesidades de material en SAP R/3 se realizará para definir de qué forma quiere trabajar el planificador de materiales en su función. Para ello debe conocer las características de funcionamiento del sistema R/3 y los parámetros que utiliza. En este apartado vamos a describir brevemente este entorno.

La función principal de la planificación de necesidades de material es abastecer el almacén con la cantidad adecuada y en el tiempo justo con aquellos productos que son necesarios para cubrir las necesidades de los clientes. En SAP R/3 estas funciones están representadas básicamente en el ámbito de la Logística, que incluye los módulos PP de planificación de la producción, MM de gestión de materiales, SD de Ventas y distribución, PM de mantenimiento de sedes y QM de gestión de la calidad. Además de estos módulos, se relaciona con el resto en cuanto a envío y recepción de información relativa a su función. En el Anexo III se presenta un breve diccionario de términos referentes a la planificación de necesidades de material.

Para conseguir sus objetivos, la planificación de necesidades de material debe realizar funciones a dos niveles:

- ? Nivel MPS (Master Production Scheduling). Este es el nivel superior, de productos finales o que forman parte del montaje final, y mira al medio y largo plazo. Para ello debe considerar las órdenes cliente y las demandas previsionales.

- ? Nivel MRP (Material Requirement Planning). Este es el nivel inferior y su utilidad es crear y hacer el seguimiento de un plan detallado de prioridades, a corto y medio plazo, que abarca a todos los artículos de producción y de compras.

El MPS distingue entre dos tipos de demanda: la real o proveniente de órdenes cliente y la previsional o proveniente de previsiones e hipótesis sobre la futura demanda comercial. Por tanto la demanda previsional no existe pero es necesaria para empezar a comprar y/o fabricar los artículos más básicos que serán necesarios en futuras órdenes cliente. Con ello se consigue disminuir el tiempo de respuesta al cliente asumiendo el riesgo de obtener materiales fabricados o comprados en demasía. El proceso de planificación debe realizar el llamado consumo entre las demandas previsionales existentes en el sistema y las órdenes cliente, para evitar una duplicidad en la demanda. El proceso de consumo consiste en la eliminación de las previsiones que han alcanzado cierto límite o que tienen como respaldo una demanda real de órdenes cliente.

El MPS permite, además, realizar la planificación sobre los diferentes artículos de forma agregada, definiendo las previsiones sobre las que no se tiene una configuración de producto real, sobre artículos ficticios que representan familias de productos. A estos artículos ficticios o sistemas se les puede asociar una estructura de producto que indique sus componentes. Esta estructura de producto para las previsiones se denomina planning bill. Los elementos que la componen, a uno o varios niveles pueden ser:

- ? Básicos, deben ir siempre presentes en el producto final;
- ? Opcionales, pueden ir o no de forma independiente o dependiendo de otros según reglas definidas;
- ? Alternativos, dentro de una selección de ítems solo es posible elegir uno o varios entre un conjunto definido.

Para completar esta estructura cada elemento lleva incluido un porcentaje (menos en el caso de elementos básicos), que indica la frecuencia probable de petición de ese elemento. Cuando el MPS planifica la demanda previsional utiliza estos porcentajes para prever, con mayor grado de similitud a la realidad, las cantidades necesarias en futuras órdenes clientes.

Por otro lado el MRP cubre, fundamentalmente, las áreas de planificación de materiales y análisis del estado de las órdenes. Para ello utiliza los datos de la parte alta del sistema (MPS) para conocer la demanda existente, ya sea en forma de demanda previsional o de órdenes cliente. Compara esta demanda con la existencia en el almacén y las órdenes ya pendientes, para determinar si la demanda está o no cubierta, y, en caso negativo, generar las órdenes necesarias. El plan de materiales así obtenido es la base para la obtención de los planes diarios de producción y de compras.

El plan de materiales es controlado por los datos de artículos y estructuras, de forma que es capaz de generar demanda dependiente según la estructura de cada artículo (que artículos lo forman y en que cantidad, si son de fabricación) y la fecha de efectividad de esa estructura (si el artículo está siendo modificado por Ingeniería), entre otros parámetros.

Veamos ahora los parámetros principales logísticos que influyen en el plan de materiales, tanto a nivel MRP como MPS. Alguno de ellos son generales, pero la mayoría se deben definir para cada artículo, en estos casos pueden darse valores particulares o los mismos valores para grupos o categorías de artículos:

- ? Primero se debe definir el método de planificación que indica si el artículo se planificará a nivel MPS, a nivel MRP o será planificado manualmente.

- ? Para establecer el método de trabajo con la demanda previsional se define la barrera de la demanda, que indica las semanas en las que el sistema solo trabajará con demanda real proveniente de órdenes cliente. Esto implica el entorno de planificación a utilizar:
 - o Make to order. Si la barrera de la demanda es igual al lead time del producto final (tiempo necesario total hasta su entrega en el almacén). Significa que durante la fabricación no se trabajará con demanda previsional, solo con órdenes cliente. Las previsiones pueden utilizarse como control de capacidades a largo plazo.
 - o Assembly to order. Si la barrera de la demanda es mayor que cero y menor que el lead time del producto. Implica que ciertos niveles de producto serán comprados o fabricados con demanda previsional, pero solo se continuará la fabricación del producto final si hay órdenes cliente.
 - o Make to stock. Si la barrera de la demanda es cero y, por tanto, hasta la entrega del producto final en el almacén se trabaja con demanda no real o previsional, es decir, se trabaja para el almacén no para el cliente.

- ? Se determinará el modo de consumo a realizar entre la demanda previsional y la real. El modo determina si se lleva a cabo el consumo hacia adelante, hacia atrás o se permiten ambos tipos. El consumo hacia adelante o hacia atrás se refiere a la búsqueda que hace el sistema entre la demanda previsional, seleccionando aquella que encuentra la primera justo, antes o después, de la fecha de la demanda real que consume. La figura 4.5 muestra gráficamente los modos de consumo.

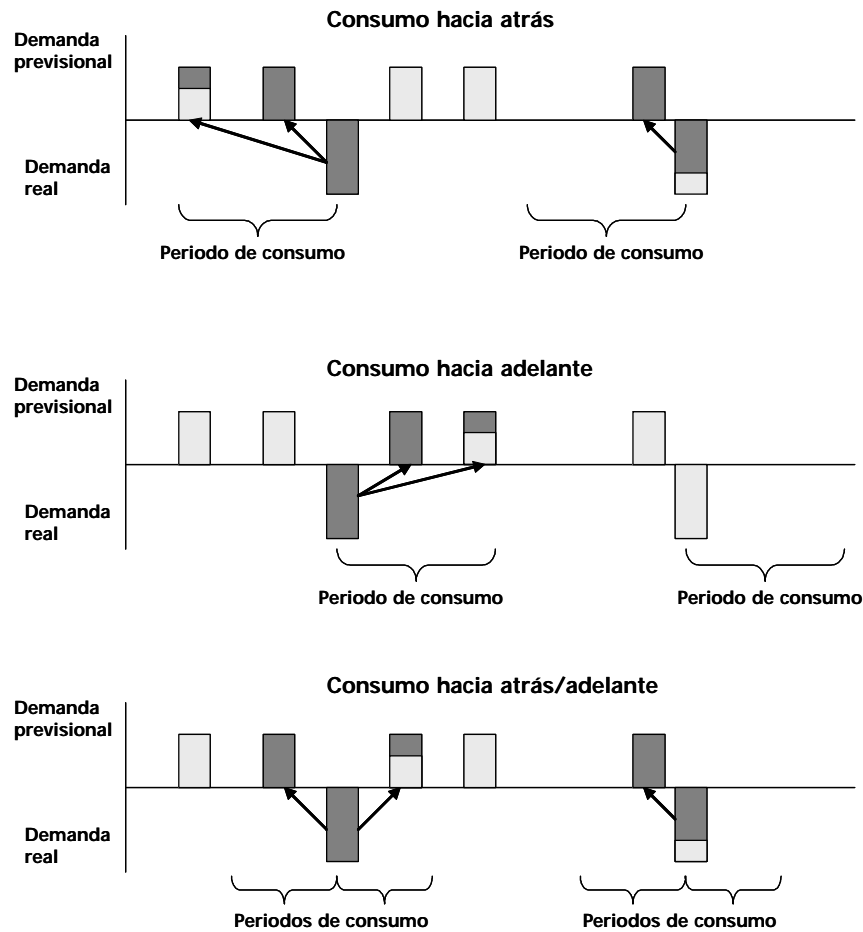


Figura 4.5 Modos de consumo de la demanda previsual

- ? Se debe indicar el tipo de artículo, es decir, el tipo de gestión que realizará el sistema con él: compras, producción o transferencia de otras sedes.
- ? Control por proyecto. Indica si un artículo estará siempre controlado por proyecto, no lo estará nunca o lo estará o no dependiendo de la estructura donde se use. El control por proyecto de un artículo significa que sus órdenes, existencias y necesidades aparecen separadas y tiene un propietario.
- ? La planificación puede funcionar de forma net-change, que implica tomar en consideración solo los artículos que han sufrido algún cambio relativo a sus parámetros de planificación, su existencia en almacén, su demanda, etc., o en forma regenerativa, que planifica todos los artículos existentes, anulando la planificación anterior. En ambos casos es interactivo con el planificador, devolviéndole, después de la planificación, mensajes que le sirven de guía en las acciones que debe tomar.
- ? El proceso de planificación ve la existencia en el almacén dividida en tres partes. Esto significa que al definir los estados del material en el almacén hay que

definir como serán vistos por el proceso. La clasificación utilizada es la siguiente:

- Disponible para la planificación. El sistema considera el material de este tipo solamente disponible para la planificación no para el uso, por ejemplo material pendiente de inspección.
 - Disponible total. El material de esta clase es considerado disponible en todos los sentidos para el sistema, por ejemplo material en almacén listo para su uso.
 - No disponible. El material de este tipo es ignorado, prácticamente, por el sistema.
- ? Cada artículo será planificado de acuerdo con su política asociada. Estas políticas definen la lógica de cálculo de la cantidad y la fecha de la orden. Las políticas posibles son las siguientes:
- Discreta. El sistema genera una orden por cada necesidad neta existente.
 - Cantidad fija. El sistema siempre genera una orden con una cantidad fija.
 - Periodo fijo. Genera una única orden para el conjunto de necesidades existentes en un periodo fijo de tiempo que empieza a contar a partir de la fecha de la primera necesidad existente.
 - Phantom. El sistema no genera órdenes para este artículo, lo salta de la estructura del producto generando órdenes directamente sobre sus hijos.
 - Días fijos. El sistema genera una única orden para todas las necesidades existentes en el número de días definidos, contando a partir de una fecha definida.
 - Semanas fijas. Como el anterior, considerando el número indicado como número de semanas.
 - Meses fijos. Como el anterior, considerando el número indicado como número de meses.
- ? Otros datos asociados a la política de orden son:
- Cantidad de la orden. Define la cantidad fija utilizada en el caso de la política cantidad fija.
 - Periodo de orden. Es el periodo fijo de tiempo utilizado en las políticas días fijos, semanas fijas, meses fijos y periodo fijo.
 - Factor de descarte. Es el factor multiplicativo que se debe aplicar a la cantidad de la orden para prevenir los posibles descartes de material durante la producción.
 - Cantidad mínima. Se puede utilizar en algunas políticas de orden para no generar nunca una orden con cantidad menor de la aquí indicada.

- Cantidad máxima. Se puede utilizar en algunas políticas de orden para no generar nunca una orden con cantidad mayor de la aquí indicada.
- ? Límites temporales. Se establecen tres barreras temporales que facilitan el control de las órdenes a través del tiempo, están expresadas en días de trabajo:
 - Lead Time. El tiempo necesario para la producción o la compra de un artículo, desde que se abre la orden correspondiente hasta que llega el material al almacén o a recepción.
 - Límite de confirmación. Puede indicar el lead time acumulativo. Cuando la orden entra en este límite, pasa a un estado en el que el proceso de planificación no la puede modificar automáticamente.
 - Límite de lanzamiento. Representa el periodo de tiempo necesario para la preparación del lanzamiento de la orden.
- ? Estado de la orden. Indica una secuencia estándar de estados por los que pasará una orden. Puede ser:
 - Planificada. Hasta que alcanzan el límite de confirmación.
 - Confirmada. Cuando entra en el límite de confirmación. El sistema no la puede modificar en automático, pero emite mensajes de excepción.
 - Lista para el lanzamiento. Cuando entra en el límite de lanzamiento. Al llegar a este punto el sistema cambia el estado de los componentes que forman parte de las necesidades dependientes de la orden a empeñado, de forma que no puedan ser considerados disponibles por otras necesidades.
 - Abierta. La orden esta lanzada. Si no se indica lo contrario (apertura automática) el sistema no cambia a este estado automáticamente sino que avisa de que se llega el momento y debe ser cambiado manualmente. La orden permanece en este estado hasta que se carga en el almacén. El sistema sigue dando mensajes sobre esta orden.
 - Parcialmente recibida. Se ha cargado una cantidad parcial. El sistema sigue dando mensajes sobre esta orden.
 - Recibida. Se ha cargado la cantidad total.
 - Cerrada. Se cierra la orden, no se realiza ninguna otra acción sobre ella. Después de un tiempo indicado por el usuario será borrada por el sistema.

La relación entre los límites temporales y el estado de la orden se puede ver en la figura siguiente (figura 4.6):

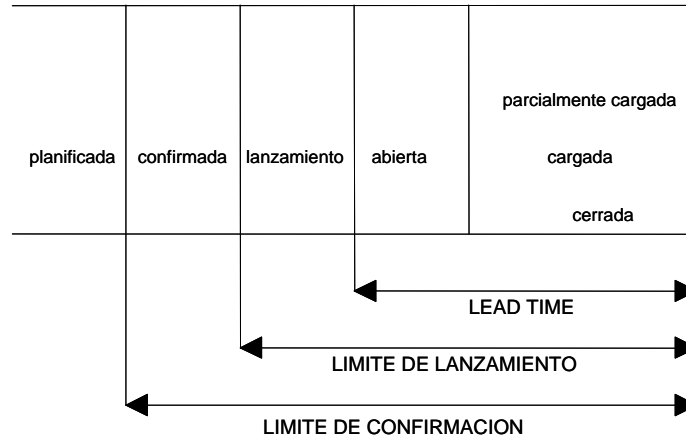


Figura 4.6 Relación entre límites temporales y estado de la orden

Al finalizar el proceso de planificación se obtiene un plan de materiales que debe ser gestionado por los planificadores. Cada artículo tiene asignado un planificador que será responsable de la gestión de su plan. Esta gestión incluye la visualización detallada del plan de materiales en la que es posible ver por artículo la lista de las órdenes existentes, provenientes de demanda cliente o previsional, su fecha de entrega, la cantidad pendiente y el balance por fecha entre las previsiones y la demanda cliente. Además puede analizar por separado las necesidades, las órdenes y las existencias.

SAP R/3 proporciona facilidades para revisar y modificar lo planificado automáticamente: visualizaciones on-line, informes y transacciones que permiten modificar los datos. Estas últimas van siempre separadas de las simples visualizaciones y necesitan una autorización especial (planificador responsable). SAP R/3 genera mensajes de error y de atención al cumplirse ciertas condiciones, por ejemplo si no cuadran la demanda y las previsiones. Estos mensajes se pueden visualizar de varias formas y son de varios tipos:

- ? Mensajes de excepción sobre órdenes. Son mensajes referentes a: anticipar o retardar la fecha de entrega; fecha de entrega pasada y orden no cerrada o no cargado el material en el almacén completamente; incrementar o decrementar la cantidad de la orden; inserción de órdenes o cambio de cantidad antes del límite de confirmación; gestión del multi-establecimiento.
- ? Mensajes de excepción sobre necesidades. Son mensajes referentes a: fecha de retirada de material pasada y material no completamente retirado; cantidad necesaria no disponible en la fecha de necesidad; cantidad no disponible en stock y orden del padre lista para el lanzamiento.
- ? Mensajes de acción y de atención. Son mensajes referentes a: órdenes completamente cargadas al almacén y no cerradas; órdenes que han llegado a la

fecha de inicio y no están abiertas; necesidades independientes con material ya retirado pero no cerradas; necesidades independientes con fecha de retirada de material pasada y sin el material completamente retirado.

Es posible hacer desaparecer los mensajes de error cambiando los parámetros que generan los mensajes o actuando sobre los datos de las órdenes, de las necesidades o de los artículos. Cada artículo contiene dos parámetros que guían al sistema a la hora de generar los mensajes de excepción:

- ? Factor de anticipación. Indica cuantos días antes de la fecha de necesidad se puede planificar la fecha de la orden sin que se emita un mensaje de anticipar la fecha.

- ? Factor de retraso. Indica cuantos días después de la fecha de necesidad se puede planificar la fecha de la orden sin que se emita un mensaje de retrasar la fecha.

4.1.3. La planificación de necesidades de material en empresas de telecomunicaciones

Para la construcción del prototipo, dentro del conocimiento sobre planes estratégicos de empresas según su taxonomía, hemos elegido una empresa típica de producción y venta de tecnología en el ámbito de las telecomunicaciones. Según la taxonomía desarrollada en esta tesis se encuadra en el área de Industrias Productivas, el sector de Alta Tecnología y el negocio de Fabricantes de equipos.

Este tipo de empresas de alta tecnología se caracterizan por una rápida innovación, gestión del riesgo e investigación, aunque también gestionan los procesos típicos productivos, desde el diseño y la planificación hasta el aprovisionamiento, fabricación, venta y distribución y prestación de servicios, conocidos como cadena de suministro (coordinar la planificación, previsión y producción), que es, precisamente, el entorno del prototipo. En concreto, nos centramos en los fabricantes de equipos de telecomunicación, como equipos de conmutación y telefonía. Se caracterizan por el diseño de productos complejos y altamente configurables, la necesidad de previsión de la demanda y el uso de fabricación con montaje bajo pedido.

Dentro de sus procesos principales, ya vistos en el capítulo 3, los relativos a la planificación de necesidades están incluidos en tres: Planificación de demanda y suministro, Logística y Planificación de repuestos. En los tres están implicados tanto clientes como proveedores y, en conjunto, abarcan las áreas de Gestión de orden, Gestión del suministro, Producción, Distribución y Servicios. Vamos a ver, en detalle,

las decisiones estratégicas más importantes relativas al conocimiento del prototipo, es decir, la planificación de necesidades, para esta taxonomía empresarial.

En primer lugar hay que establecer la definición del tipo de política de planificación y su visibilidad, que depende de la importancia y criticidad de los artículos respecto a la respuesta al cliente. Por ello es necesario establecer como artículos MPS aquellos que estén en los dos últimos niveles de producto (productos finales o que entren en el montaje final), los que aparezcan en las estructuras de planificación de previsiones (planning bill) y, en general, aquellos con un tiempo de compra o fabricación muy largo o un coste muy elevado, que forman el conjunto de códigos de clase A. La visibilidad del MPS debe ser lo suficientemente amplia para permitir eventuales modificaciones en la capacidad productiva, lo que significa un par de meses más que el tiempo de producción más largo. Respecto a la frecuencia se debe establecer la del MPS como semanal, ya que implica un estudio y control detallado del plan obtenido y la capacidad de llevarlo a cabo, y la del MRP diaria, porque constituye el plan de trabajo a todos los niveles.

Lo siguiente a definir es la política de fabricación. La elegida para este tipo de empresas es la Assembly to order o con montaje bajo pedido. En este tipo de fabricación se compra y se produce hasta un cierto nivel de la estructura del producto final, utilizando un valor de la barrera de la demanda mayor que cero y menor que el lead time del producto. Se debe utilizar como valor el correspondiente al tiempo necesario hasta el montaje final, es decir el lead time del producto final menos el lead time sumado de los dos últimos niveles de producto. Implica que los niveles inferiores a estos serán comprados o fabricados con demanda previsional sin esperar a recibir una orden cliente, pero solo se realizará la fabricación y compra de los dos últimos niveles si hay órdenes cliente. Esta estrategia concuerda con la definición de niveles MPS/MRP y de artículos a incluir en la planning bill. Además es en el montaje final y en los últimos niveles de producto donde, generalmente, se configuran las características propias de cada orden cliente, por ejemplo la frecuencia, que no podrían realizarse sin conocer dicha orden. La ventaja de esta política de fabricación es la disminución del tiempo de respuesta al cliente, ya que desde que llega su orden hasta que se realiza la entrega de su pedido solo transcurre el tiempo final de la producción (últimos dos niveles) porque se dispone en inventario de los artículos de niveles inferiores. El problema es que una mala gestión de las previsiones supone que falten artículos inferiores y no se pueda dar una respuesta tan rápida o que sobren materiales que se hayan pedido y que luego no sean necesarios en órdenes cliente.

Para gestionar las previsiones se debe establecer una política de consumo de las mismas. En este caso se decide una política de consumo hacia delante y hacia atrás, que implicará usar previsiones adelantadas, asegurándonos la existencia en almacén y, si no hubiera, usar previsiones de material que van a llegar con retraso respecto a la necesidad

de nuestra orden cliente, pero que, en cualquier caso, va a mejorar el tiempo de entrega respecto al lead time total del producto y va a evitar exceso en el almacén si las previsiones no se consumen y se suman a las órdenes cliente. Se utilizará como periodo hacia delante y hacia atrás un tiempo que estará en relación con la frecuencia de emisión de órdenes cliente, para este tipo de empresas debería rondar el mes. En ciertos casos especiales, por ejemplo cuando hay acuerdos marco con grandes operadores, se podrán gestionar las previsiones y las órdenes dentro de una gestión por proyecto, es decir, crear las previsiones necesarias para el contrato marco con un tipo de proyecto y permitir el consumo de las mismas solo para las órdenes cliente de ese proyecto. De esta forma ningún otro cliente podrá usar esas previsiones para cubrir su demanda.

Para el control de los mensajes de excepción se propone crear planificadores diferentes para los artículos de compra y producción, por su diferente necesidad de conocimiento e implicaciones. Distinguir, también entre artículos MPS y MRP y entre artículos de clase A, B y C. De esta forma habría un total de ocho planificadores: cuatro para artículos MPS, distinguiendo entre compras y producción y para cada categoría, entre clase A y el resto; y otros cuatro para artículos MRP, distinguiendo entre compras y producción y para cada categoría, entre clase B y clase C, ya que por definición no hay artículos de clase A que sean MRP. La tabla de la figura 4.7 muestra esta división de artículos.

TIPO DE PLANIFICACIÓN	TIPO DE FABRICACIÓN	CLASES DE ARTÍCULO
MPS	Compras	Clase A
		Clases B y C
	Fabricación	Clase A
		Clases B y C
MRP	Compras	Clase B
		Clase C
	Fabricación	Clase B
		Clase C

Figura 4.7 División de artículos para el establecimiento de planificadores

Respecto al valor de los parámetros que guían el sistema a la hora de generar los mensajes de excepción (Factor de anticipación y de retraso) será: Como anticipación se indicará un valor de cero días para los artículos de clase A y MPS; cinco días para el resto de artículos MPS; diez días para los artículos de clase B y MRP; y quince días para los de clase C y MRP. Como retraso se dará un valor de quince días para todos los artículos. Este valor es, en general, mayor ya que es más prioritario la posible falta de

cobertura de una necesidad (y la consecuente petición de adelantar la orden) que la fabricación adelantada de la orden.

Falta por establecer estrategias para la forma en que se generaran las órdenes de producción y compra. Vamos a establecer los siguientes parámetros referidos a la cantidad y la fecha de la orden:

- ? Política de orden. Se utilizará una política discreta (una orden para cada necesidad de material) en los artículos MPS de clase A, una política de agrupamiento semanal en el resto de artículos MPS de fabricación y un agrupamiento quincenal para el resto de artículos MPS de compras. Para los artículos MRP se emitirán pedidos de compra agrupados mensualmente para clase B y con frecuencia bimensual para clase C. La frecuencia de la fabricación es un poco menor y será con agrupación quincenal para clase B y mensual para clase C. Esto es consecuencia de la mayor necesidad de control de los artículos más importantes y de que el coste de emisión de pedidos, superior al de emisión de órdenes de fabricación, hace necesario agrupar las necesidades para optimizar el número y frecuencia de pedidos y órdenes emitidos.
- ? Lead time. Los artículos de compras utilizarán el tiempo de entrega dado por el proveedor preferente para cada artículo y los de fabricación utilizarán el tiempo propio necesario para la fabricación de cada uno, suponiendo disponibles sus componentes.
- ? Límite de lanzamiento. Este límite es diferente para los artículos de compras y fabricación. Se fija en diez días para los de fabricación, lo que supone tener sus componentes empeñados (no disponibles para otras órdenes) diez días antes del comienzo de su ejecución. Esto asegura que la orden podrá ser llevada a cabo sin problemas de materiales faltantes. Se fija en tres días para los artículos de compra, que indica el periodo de tiempo de gestión y administrativo necesario para realizar la emisión del pedido.
- ? Límite de confirmación. Este tiempo define la congelación de órdenes y pedidos planificados. Indica que cualquier cambio debe realizarlo a mano el planificador. Por tanto, para los artículos MPS, más importantes y mejor controlados, se establece en diez días y cinco para los MRP.
- ? Cantidad mínima de orden. Para los artículos de compras se utilizará la cantidad mínima dada por el proveedor preferente. Si se decide utilizar otro proveedor y su cantidad mínima es mayor que la del preferente, el planificador deberá cambiar la cantidad manualmente. Para los artículos de fabricación se utilizará el

lote mínimo de fabricación de cada uno, que se calcula en función de las máquinas a utilizar y del lote económico calculado.

Para finalizar vamos a mostrar el resultado de todos estos parámetros aplicados a un artículo de compras de clase B, definido como MPS y con un tiempo de entrega dado por su proveedor preferente de 19 días. La figura 4.8 muestra en un eje temporal como transcurren los eventos relacionados con las necesidades existentes de ese artículo, entendiendo LT como lead time, RR como límite de lanzamiento y FP como límite de confirmación.

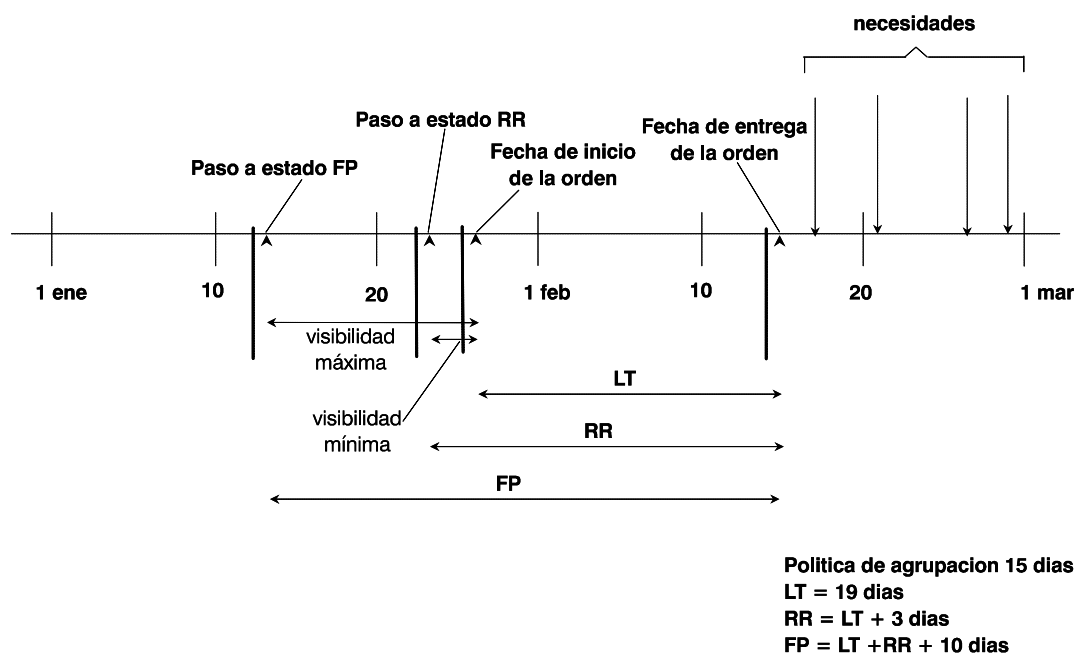


Figura 4.8 Ejemplo de aplicación de parámetros de planificación estratégicos

4.2. ARQUITECTURA DEL PROTOTIPO

Una vez establecido el entorno de trabajo del prototipo vamos a analizar y diseñar su estructura coherentemente con la arquitectura establecida en el capítulo anterior. Primero desarrollaremos el modelo de datos a dos niveles: nivel conceptual, definiendo entidades y relaciones, y físico, deduciendo una estructura de datos que represente las reglas y los parámetros del subdominio. Tras el modelo de datos, analizaremos el modelo de procesos, creando los procedimientos necesarios para cubrir las funciones del asistente y las necesidades de interfaz con el usuario y con el sistema SAP R/3.

4.2.1. Modelo de datos

La finalidad del modelo de datos es representar el contexto del asistente, primero de forma conceptual, entendiendo el mundo que lo rodea, y, después, formalizar este mundo diseñando una estructura implementable de tablas y campos que lo represente y que sea accesible por procesos computacionales.

Modelo conceptual

El siguiente diagrama (figura 4.9) representa las entidades y relaciones principales del contexto del Asistente Inteligente propuesto:

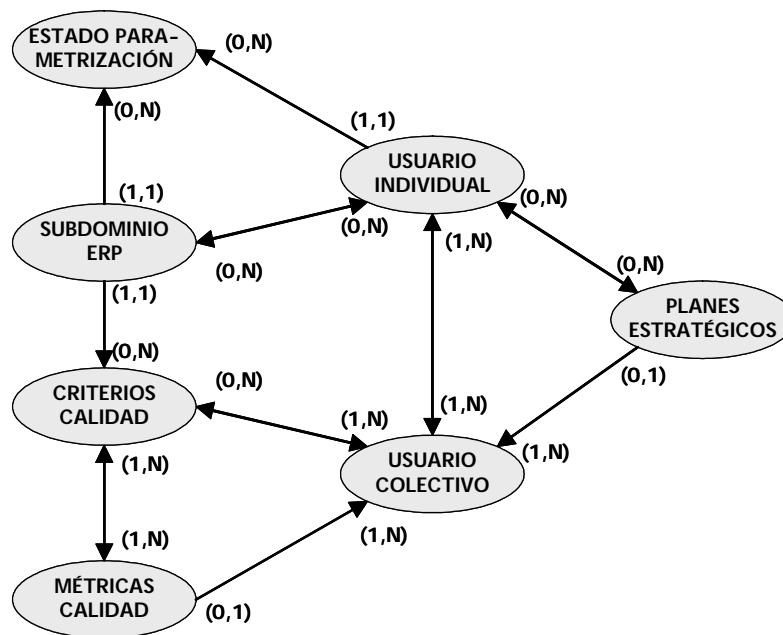


Figura 4.9 Modelo Entidad/Relación del contexto del Asistente Inteligente

A continuación vamos a explicar cada una de las entidades y relaciones representadas:

- ? Entidad Usuario Individual. Representa a cualquier persona que acceda al asistente. Para poder realizar la parametrización automática sobre un Sistema ERP, el usuario que parametriza debe estar dado de alta, también, en dicho sistema, por lo que será posible crear los usuarios individuales desde el sistema ERP. Esta entidad contendrá la información necesaria sobre cada persona que acceda al asistente: nombre, clave de acceso, preferencias de uso del sistema, etc.
- ? Entidad Usuario Colectivo. Representa a una empresa u organismo que va a implantar, o ya utiliza, un sistema ERP y va crear o modificar su parametrización través del asistente. Esta entidad contendrá la información necesaria sobre cada empresa u organismo que utilice el asistente: nombre, tipo según la taxonomía empresarial definida, fecha de implantación, fecha de comienzo del proyecto, etc.
- ? Entidad Planes Estratégicos. Representa el conjunto de decisiones estratégicas de cada tipo de empresa definida en la taxonomía empresarial Las decisiones estratégicas se traducen a la forma de parametrizar el sistema ERP, definiendo que hay que parametrizar (camino de la red semántica) y como (valores de los parámetros).
- ? Entidad Subdominio ERP. Representa el proceso de parametrización de cada uno de los procesos de negocio (subdominios) del Sistema ERP, es decir, indica que es posible parametrizar y que implica cada decisión de parametrización en la funcionalidad del sistema. Esta representación estará formalizada en forma de red semántica y parámetros y veremos su estructura conceptual más adelante, en un diagrama secundario.
- ? Entidad Estado Parametrización. Representa la situación de parametrización (terminada o en curso) que puede haber realizado o estar realizando un usuario individual de cada uno de los subdominio del Sistema ERP. Se representa mediante los valores dados a las reglas y los parámetros.
- ? Entidad Métricas Calidad. Representa las decisiones estratégicas sobre como la parametrización del sistema ERP afecta a los resultados cuantificables del negocio y la satisfacción de los clientes y proveedores en sus relaciones con la empresa.

- ? Entidad Criterios Calidad. Representa el conjunto de criterios que forman una métrica de calidad, es decir, el detalle de los factores a medir en el sistema ERP durante su uso, los valores obtenidos y los valores deseables y óptimos que se esperan.

- ? Relación Usuario Individual - Usuario Colectivo. Representa la relación de pertenencia que existe entre los usuarios individuales y colectivos. Cada usuario individual, es decir, persona que trabaja en el sistema, debe pertenecer al menos a una empresa u organismo existente en el sistema, aunque puede pertenecer a varios en caso de representar a un consultor que trabaje a la vez en la implantación de sistemas ERP en varias empresas. Cada usuario colectivo o empresa u organismo que implanta un sistema ERP puede tener varios usuarios individuales asociados, al menos tendrá uno, que realizará la parametrización, pero puede tener varios, por ejemplo uno para cada subdominio según su experiencia y conocimiento.

- ? Relación Usuario Colectivo – Planes Estratégicos. Representa la relación de asociación entre una empresa y un plan estratégico. Cada empresa puede tener asociado, aunque no necesariamente, un plan estratégico, es decir, una forma de parametrizar el Sistema ERP, según el tipo al que pertenezca (sector, negocio) dentro de la taxonomía empresarial creada. Por otro lado, un plan estratégico puede estar asociado a ninguna o varias empresas, a tantas como trabajen con el asistente y pertenezcan a la taxonomía empresarial que representa.

- ? Relación Usuario Individual – Planes Estratégicos. Representa la relación de personalización de cada plan estratégico. Cada usuario individual, como responsable de un proceso de negocio (subdominio) puede personalizar el plan estratégico general de la taxonomía a la que pertenezca la empresa a la que represente en ese momento, por tanto cada usuario individual podrá personalizar varios planes estratégicos (por ejemplo de varias empresas si actúa como consultor) o ninguno si no realiza esta tarea.

- ? Relación Usuario Individual – Subdominio ERP. Representa la relación de parametrización de cada utilizador del asistente respecto a los subdominios (o procesos de negocio) del Sistema ERP a parametrizar. Cada usuario individual puede parametrizar varios subdominios, aunque en algún momento puede no estar parametrizando ninguno, y, a la vez, cada subdominio puede ser parametrizado por varios usuarios en el caso de que haya varias empresas parametrizando el sistema. No es obligatorio que se parametrice a través del asistente, de ahí la cardinalidad mínima cero (subdominios no relacionados con ningún usuario), ya que puede hacerse directamente en el Sistema ERP. Esta relación puede ser redundante respecto a las representadas como Usuario

Individual – Estado Parametrización y Subdominio ERP – Estado Parametrización, ya que es deducible de ellas, pero creemos conveniente representarla para mejor comprensión del modelo.

- ? Relación Usuario Individual – Estado Parametrización. Representa la relación entre cada usuario individual y el resultado de las parametrizaciones terminadas o en curso de cada subdominio ERP. Cada usuario puede tener terminado o en marcha ninguno o varios procesos de parametrización, uno por cada subdominio o, incluso, para los usuarios consultores varios por cada subdominio. Además, cada situación o estado de parametrización está realizada por un usuario y solamente uno, ya que para cada subdominio parametrizado tiene un responsable para evitar incongruencias o pérdidas de datos.

- ? Relación Subdominio ERP – Estado Parametrización. Representa la relación entre los diferentes subdominios del Sistema ERP y los procesos de parametrización realizados sobre ellos o en marcha. Un subdominio (o proceso de negocio) puede tener varios estados de parametrización de distintas empresas, pero cada estado de parametrización se refiere siempre a un único subdominio ERP.

- ? Relación Usuario Colectivo- Métricas Calidad. Representa la relación entre cada usuario colectivo (empresa u organismo implantador) y la estrategia de control de calidad establecida. Cada empresa puede o no tener establecida una métrica de calidad, pero solo puede tener una establecida, en cambio, cada métrica puede definirse para varias empresas, según su sector de aplicación y su nivel de detalle.

- ? Relación Métricas Calidad – Criterios Calidad. Representa la relación entre las métricas de calidad y los criterios que las componen. Una métrica estará formada al menos por un criterio de calidad o por varios. Cada criterio puede ser utilizado en varias métricas, ya que muchos de ellos son comunes a varios sectores o estrategias y pueden ser bastante generales. Evidentemente, cada criterio debe formar parte de al menos una métrica de calidad.

- ? Relación Usuario Colectivo – Criterios Calidad. Representa la relación entre cada usuario colectivo (empresa) con los criterios de calidad que midan el uso de su Sistema ERP. Cada empresa podrá utilizar varios criterios, aunque puede no tener ninguno si no ha definido una métrica de calidad. Cada criterio puede ser utilizado por varias empresas, al menos por una ya que ha sido definido. Esta relación puede ser redundante respecto a las representadas como Usuario Colectivo – Métrica Calidad y Métricas Calidad – Criterios Calidad, ya que es

deducible de ellas, pero creemos conveniente representarla para mejor comprensión del modelo.

- ? Relación Criterios Calidad – Subdominio ERP. Representa la relación entre cada criterio de calidad y el subdominio del sistema ERP que está relacionado con su cumplimiento. Para que el asistente pueda proponer la parametrización a modificar según la falta de cumplimiento de cada criterio (deducida de datos reales de funcionamiento del sistema ERP), es necesaria esta relación, que indica, para cada criterio, el subdominio o proceso de negocio, solo uno, cuya parametrización influye en su cumplimiento. Por otro lado, cada subdominio puede influir en el cumplimiento de varios criterios de calidad.

Una vez determinado el contexto del Asistente Inteligente, vamos especificar la parte secundaria del modelo conceptual de datos mediante un diagrama Entidad/Relación que represente las entidades y relaciones que formalicen la red semántica, los parámetros, la información adicional y los planes estratégicos que forma el conocimiento del dominio. Este diagrama se muestra en la figura 4.10.

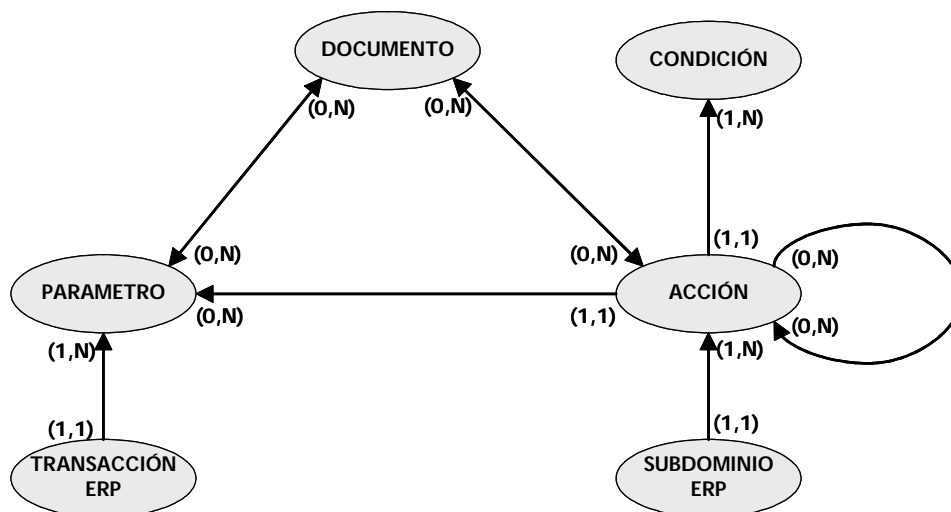


Figura 4.10 Modelo Entidad/Relación del dominio del Asistente Inteligente

Vamos a detallar cada una de las entidades y relaciones del diagrama explicando su utilidad y cardinalidad, necesarias para la construcción posterior del modelo físico:

- ? Entidad Subdominio ERP. Representa el proceso de parametrización de cada uno de los procesos de negocio (subdominios) del sistema ERP, es decir, indica que es posible parametrizar y que implica cada decisión de parametrización en la funcionalidad del sistema. Esta representación consiste en una red semántica compuesta de acciones y condiciones.

- ? Entidad Acción. Representa acciones simples o agregadas relacionadas con el proceso de parametrización, que pueden hacer referencia a una función o a un proceso, en general a un nodo de la red semántica. Cuando se refieren a un proceso, la acción estará formada por otras acciones relacionadas entre sí (acción inicial de una red semántica) y cuando se refiere a funciones, la acción puede, a su vez, estar relacionada con otras que son necesarias para su cumplimiento (acción intermedia de una red semántica) o no estarlo, siendo esta una acción que no necesita continuación (acción final de una de las ramas de una red semántica).

- ? Entidad Condición. Representa la conclusión o el resultado de la ejecución de la actividad asociada a una acción. La condición se representará como un interrogante respecto a la ejecución de la actividad que solo podrá ser resuelto de forma positiva o negativa. La respuesta a esta condición guiará el recorrido de la red semántica, ya que entrará con su valor como premisa en las reglas semánticas donde aparezca la acción asociada.

- ? Entidad Parámetro. Representa un campo del sistema ERP al que hay que darle un valor. Según el valor dado el sistema ERP tendrá un funcionamiento diferente, por ejemplo el parámetro relativo al nivel de inventario en la política de creación de órdenes, determinará en que momento se crea una orden de producción o un pedido de compras de cierto material de forma automática. Muchos parámetros tienen un valor por defecto que el usuario puede o no cambiar. El conjunto de valores dados a los parámetros relativos a un proceso de negocio definen la estrategia de cada empresa para ese proceso. Los elementos de esta entidad pueden conseguirse directamente del sistema ERP a través de la herramienta CASE que describe su modelo de datos.

- ? Entidad Transacción ERP. Representa cada una de las transacciones on-line del Sistema ERP que se utilizan para introducir los valores de los parámetros. El proceso de parametrización de un Sistema ERP se realizan introduciendo datos directamente, de forma manual, en estas transacciones. La función final de nuestro Asistente Inteligente será simular estas transacciones automáticamente. Los elementos de esta entidad pueden conseguirse directamente del Sistema ERP a través de la herramienta CASE que describe su diseño.

- ? Entidad Documento. Representa un material de ayuda que ilustra o explica una acción (función o proceso) a ejecutar durante el proceso de parametrización o explica el significado, la utilidad o consecuencias de los valores posibles de un parámetro. Este material de ayuda físicamente puede ser de varios tipos: texto, video, gráfico, audio, imagen, etc.

- ? Relación Subdominio ERP – Acción. Representa la relación entre cada subdominio ERP (proceso de negocio) y las acciones (funciones y procesos) que hay que realizar para parametrizar dicho proceso de negocio. Por un lado la cardinalidad es (1,N), es decir, cada subdominio ERP tendrá asociadas, para su parametrización, una o más acciones. Por otro lado la cardinalidad es (1,1), es decir, una acción será necesaria para parametrizar un determinada subdominio ERP y solo uno. Además no existirá si no sirve para parametrizar algún subdominio ERP.

- ? Relación Acción – Acción. Representa la relación reflexiva entre acciones, es decir, el hecho de que una acción este relacionada con otras en alguna red semántica. Por un lado la cardinalidad es (0,N), lo que significa que una acción puede no tener ninguna premisa (ejecución de alguna acción) para su realización, en el caso de ser la acción final de un subdominio ERP, o puede tener varias premisas (acciones) necesarias para su ejecución cuando se recorre una red semántica. Por otro lado la cardinalidad es (0,N), es decir, una acción puede no ser premisa de ninguna otra acción, en el caso de ser la acción inicial de un proceso, o ser premisa de varias acciones, ya que su actividad puede formar parte de varias actividades más complejas, es decir de varios recorridos de la red semántica.

- ? Relación Acción – Condición. Representa la relación entre una acción y la condición o evento derivada de su ejecución. Por un lado la cardinalidad es (1,1) ya que una condición puede definir el cumplimiento de una única acción ya que la entidad condición existe solo para la acción a la que hace referencia y solo hace referencia a ella. Por otro lado la cardinalidad es (1,N), es decir, la ejecución de una acción puede ser evaluada a través de un número de condiciones que va desde 1 (ninguna acción puede ser conclusión de una reglas semánticas sin una condición) hasta un número indeterminado. El hecho de que la misma acción pueda ser evaluada con distintas condiciones tiene sentido porque la misma acción puede participar en distintas reglas y en cada una la condición necesaria por parte de la acción podrá ser distinta. Por ejemplo para la acción ‘Valor del lead time del código’ puede haber condiciones distintas como: ‘¿Valor superior al tiempo de respuesta al cliente?’, ‘¿Valor menor de dos semanas?’, etc.

- ? Relación Acción – Parámetro. Representa la relación entre las acciones a realizar durante la parametrización y el conjunto de parámetros que deben valorarse durante la actividad asociada a esa acción. Por un lado la cardinalidad es (0,N) ya que una acción puede tener asociado un conjunto de parámetros a introducir o ninguno. Es posible que haya acciones, por ejemplo las agrupadas, que no supongan la introducción de ningún parámetro, pero las que si tienen que

hacerlo es habitual que introduzcan varios. Por otro lado la cardinalidad es (1,1), es decir, un parámetro a valorar tiene que realizarse obligatoriamente durante la actividad de una acción y solamente durante esa acción.

- ? Relación Parámetro – Transacción ERP. Representa la relación entre los parámetros y las transacciones del Sistema ERP que se usan para darles valor. Esta relación viene dada por el propio sistema ERP y pueden ser obtenidas de forma automática de la herramienta CASE que describe su diseño de datos y procesos. Por un lado la cardinalidad es (1,N) ya que una misma transacción ERP puede servir para introducir varios parámetros y siempre tendrá que servir para introducir al menos uno, por ello la damos de alta en nuestro asistente. Por otro lado la cardinalidad es (1,1), es decir, todo parámetro se introducirá mediante alguna transacción y solo en una.

- ? Relación Acción – Documento. Representa la relación entre las acciones de parametrización y la información con ayuda adicional para su realización. Por un lado la cardinalidad es (0,N) ya que una acción puede ser explicada o ilustrada por un número de documentos que va desde 0 (si no se ha generado material de ayuda sobre esa acción) hasta un número indeterminado. Cuando una acción se relaciona con varios documentos la presentación de uno u otro o varios al usuario, durante el proceso del asistente, dependerá del tipo de documento (visual, auditivo, texto) y de las preferencias definidas para ese usuario concreto. Por otro lado la cardinalidad es (0,N), es decir, un documento puede explicar o ilustrar un número de acciones que va desde 0 (el documento está creado pero aún no se ha asociado a ninguna acción) hasta un número indeterminado. Conceptualmente un documento puede contener información que sirva para más de una acción.

- ? Relación Parámetro – Documento. Representa la relación entre los parámetros que guían el funcionamiento del sistema ERP y la información de ayuda adicional para su realización. Por un lado la cardinalidad es (0,N) ya que un parámetro puede ser explicado o ilustrado por un número de documentos que va desde 0 (si no se ha generado material de ayuda sobre ese parámetro) hasta un número indeterminado. Cuando un parámetro se relaciona con varios documentos la presentación de uno u otro o varios al usuario durante el proceso del asistente dependerá del tipo de documento (visual, auditivo, texto) y de las preferencias del usuario. Por otro lado la cardinalidad es (0,N), es decir, un documento puede explicar o ilustrar un número de parámetros que va desde 0 (el documento está creado pero aún no se ha asociado a ningún parámetro) hasta un número indeterminado. Conceptualmente un documento puede contener información que sirva para más de un parámetro.

Modelo físico

Partiendo del modelo de datos conceptual (figuras 4.9 y 4.10) obtenemos una serie de tablas físicas y sus relaciones entre ellas mediante la clave u otros campos de la tabla, considerando lo siguiente:

- ? Las entidades principales definidas son: Usuario (Individuales y Colectivos), Parámetro y Acción. Los Documentos y Transacciones ERP son características o atributos de los Parámetros. Las Condiciones y los Documentos son características o atributos de las Acciones. Los Subdominios ERP son tipos especiales de Acciones. Los Estados de Parametrización y los Planes Estratégicos son particularizaciones del Subdominio ERP y tendrán su misma estructura. Finalmente, las Métricas de Calidad y los Criterios de Calidad son actuaciones posteriores al proceso de parametrización que no van a ser desarrolladas en este prototipo.
- ? Cada una de las entidades principales debe definirse en una tabla independiente con todas sus características.
- ? La entidad Subdominio ERP se reflejará en el modelo físico como un atributo de las Acciones que indicará si una Acción es la inicial de un proceso de negocio y por tanto de un Subdominio ERP.
- ? Las entidades Usuario Individual, Parámetro y Transacción ERP están ya definidas en el sistema ERP y serán enviadas mediante interfaz en el momento de la carga de datos del Asistente Inteligente. También están definidas en el sistema ERP las relaciones entre los Parámetros y las Transacciones ERP.
- ? La relación múltiple de pertenencia entre los Usuarios Individuales y Colectivos se representará mediante una tabla (Individual_Colectivo) que tiene una doble clave Usuario_Individual/Usuario_Colectivo, de tal forma que podemos ver que usuarios individuales están empleados en los Usuarios Colectivos (empresas u organizaciones) y a la inversa. No vamos a desarrollar en este prototipo las tablas correspondientes a las entidades Usuario Individual, Usuario Colectivo y la relación entre ellos, ya que solo utilizaremos un único usuario individual, un único usuario colectivo y una única relación entre ellos. Por otro lado su estructura, significado y contenido ha sido ampliamente comentado en este capítulo y en el anterior.
- ? Para normalizar el diseño físico de la tabla de Acciones se creará una tabla de Condiciones en la que se hará referencia en un campo a la acción con la que se

relaciona, es decir, aquella cuyo cumplimiento viene definido por la condición. De esta forma se representa la relación entre Acciones y Condiciones. La normalización implica no tener que repetir en la tabla Acción tantas ocurrencias de una acción como condiciones asociadas tenga.

- ? Para normalizar el diseño físico de la tabla de Acción se creará una tabla de Documentos y una tabla que relacione las Acciones y Documentos. La normalización implica no tener que repetir en la tabla Acción tantas ocurrencias de una acción como documentos asociados tenga. En la primera tabla (Documentos) se definirán los datos propios de los documentos, por ejemplo su dirección física, que sean independientes de la acción con el que se relaciona. En la segunda tabla (Acciones_Documentos), que tiene una doble clave Acción/Documento, representa la relación múltiple entre Acciones y Documentos, de tal forma que podemos ver que documentos se asocian a que acciones y a la inversa.
- ? De la misma forma que en el punto anterior para normalizar el diseño físico de la tabla Parámetros crearemos una tabla que represente la relación entre Parámetros y Documentos (Parámetros_Documentos) que tiene una doble clave Parámetro/Documento, de tal forma que podemos ver que documentos se asocian a que parámetros y a la inversa.
- ? Para normalizar el diseño físico de la tabla de Parámetros se creará una tabla de Transacciones ERP. En la tabla de Parámetros se incluirá un campo que hará referencia a la Transacción ERP que sirve para introducir el valor del Parámetro.
- ? Para representar la relación entre Acciones y Parámetros se creará un campo en la tabla Parámetros que indicará la Acción durante la cual se debe introducir un valor a ese Parámetro.
- ? La relación reflexiva múltiple entre Acciones que forma las reglas semánticas que guiarán la parametrización está representada en una tabla propia de Reglas. En esta tabla se relaciona la acción conclusión con las acciones premisas que forman parte de la regla, el conector y la secuencia de ejecución de las acciones que componen la regla.
- ? Es necesario establecer la relación entre los Usuarios y los Subdominios ERP que parametrizan. Esta relación es necesaria para la parte del asistente que se encarga de mantener la situación de parametrización y de la posterior carga automática en el Sistema ERP, ya que conservará el recorrido de parametrización por el que ha pasado cada usuario dentro de cualquier

subdominio ERP y permitirá al usuario incorporarse al proceso de parametrización en el paso en que lo dejó por última vez. Esta tabla (Situación_Parametrización) estará vacía inicialmente y se irá cargando cuando trabajen los usuarios en el asistente. Será este el que inserte, borre y modifique los datos de esta tabla en función de la actividad del usuario.

- ? Como la entidad Planes Estratégicos tiene la misma estructura que la Situación de Parametrización utilizaremos la misma tabla para representarlas (Situación_Parametrización). Esto es así porque los Planes Estratégicos suponen la introducción de valores a algunas condiciones de las premisas de las reglas y a algunos parámetros, igual que hace el usuario durante el proceso de parametrización, luego su formalización será la misma. Para diferenciar entre esta información diferente que comparte la misma tabla, los registros referentes a Planes Estratégicos tendrán como usuario responsable el propio sistema y tendrán un campo que indique la taxonomía empresarial a la que se refieren. Cuando sea una particularización de una taxonomía para una empresa determinada (relación entre Planes Estratégicos y Usuarios Colectivos) el usuario responsable será el usuario colectivo que represente a la empresa. Además la tabla contendrá un tipo de registro que diferencie claramente la situación de parametrización de un usuario individual, los planes estratégicos por taxonomía y las decisiones de negocio de cada empresa.

Todas estas tablas y relaciones a las que hemos llegado con las consideraciones anteriores se reflejan en la figura 4.11.

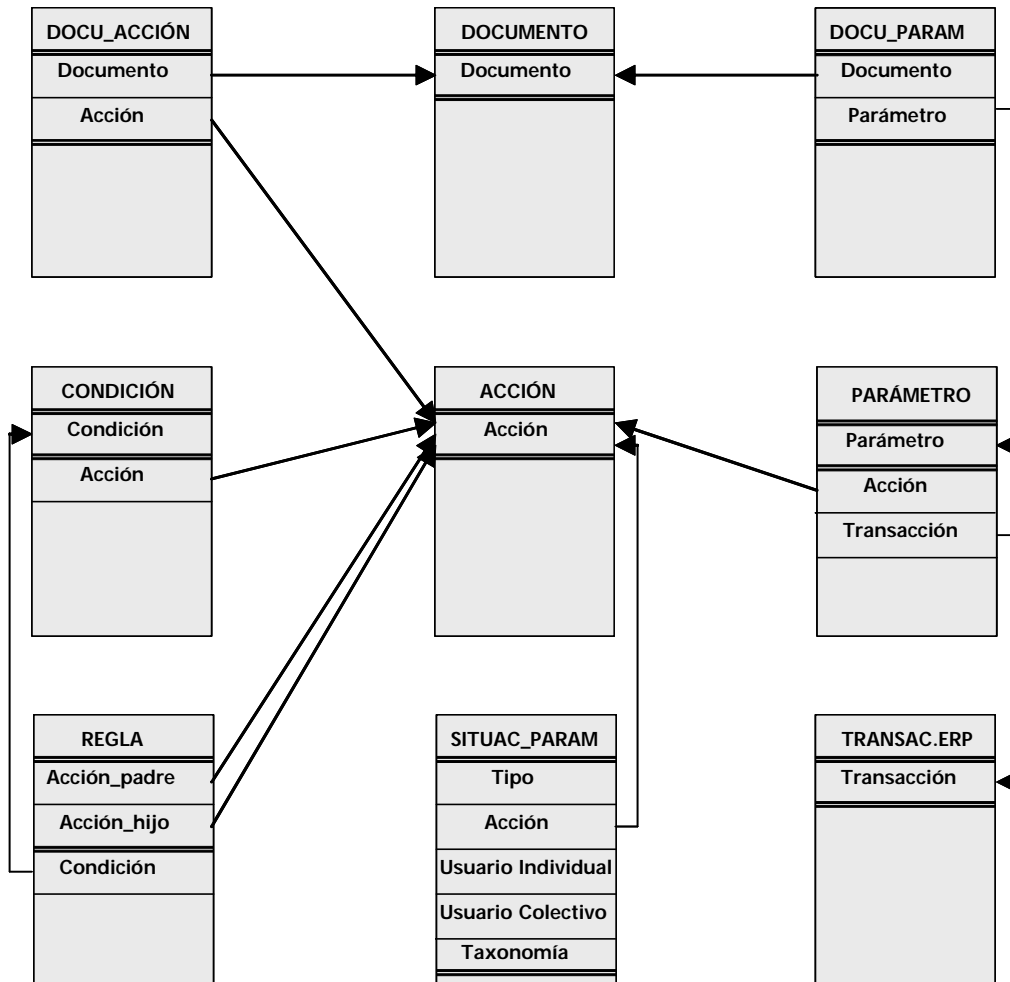


Figura 4.11 Modelo físico de tablas del prototipo

La figura anterior muestra el diagrama de tablas del asistente. En cada una de ellas se representan el nombre de la tabla, los campos claves, entre líneas dobles, y los campos clave alternativa, es decir, que son claves de otras tablas. Estos últimos marcan las líneas de relación entre las tablas.

A continuación se define la estructura de datos y el significado del contenido de cada una de las tablas. Para definir la estructura de datos detallamos los campos que componen la tabla indicando, para cada uno, lo siguiente:

- ? Nombre. Nombre físico del campo;
- ? Descripción. Significado del contenido del campo;
- ? Tipo. Indica si el campo es clave, obligatorio u opcional;
- ? Formato. Indica el formato del campo: numérico entero (int), número real (real) o alfanumérico (alfa), y en este caso el número de caracteres que contiene;
- ? Valores. Indica la lista de posibles valores, si los hay, o comentarios sobre rangos permitidos o diseño del contenido.

Documento.

Esta tabla contendrá la información de ayuda al proceso de parametrización formada por documentos de distinto tipo (txt, doc, ppt, jpg, gif, etc.) que ilustran de manera visual, auditiva, textual, gráfica, etc. las acciones que va realizando el usuario y los parámetros que debe introducir y sobre los que quiere más información. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a un único documento independientemente de su tipo y de las acciones o parámetros con los que se relacione.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_DOC	Identificativo único del documento	clave	Alfa(10)	Se compone de una constante ('D') que hace referencia al tipo de dato (Documento), tres caracteres que hacen referencia al Sistema ERP y 6 caracteres numéricos que se asignan secuencialmente
TIPO	Clase del documento. Hace referencia a las posibles extensiones de los ficheros	obligatorio	Alfa(10)	Posibles valores: JPG GIF DOC TXT PPT XLS PDF HTML
DESCRIP	Texto explicativo sobre el documento	obligatorio	Alfa(500)	
IDENTIF	Texto breve que identifica unívocamente un documento	obligatorio	Alfa(200)	
DIRECCION	Dirección física del ordenador donde se puede localizar el documento	obligatorio	Alfa(200)	Formato de una dirección física del ordenador

Acción.

Esta tabla contendrá todas las acciones por las que el asistente puede guiar al usuario para parametrizar un Sistema ERP. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a una única acción independientemente de su tipo y de sus relaciones.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_ACC	Identificativo único de la acción	clave	Alfa(10)	Se compone de una constante que hace referencia al tipo de dato ('A'=Acción), tres caracteres que hacen referencia al Sistema ERP y 6 caracteres numéricos que se asignan secuencialmente
IDENTIF	Texto breve que identifica unívocamente una acción	obligatorio	Alfa(200)	
CLASE	Indicativo de la clase de acción respecto a la posibilidad de parametrización	obligatorio	Alfa(1)	Posibles valores: S (subdominio)=Acciones que marcan el inicio de la parametrización de un proceso de negocio N (normal)=Resto de acciones
DESCRIP	Texto explicativo sobre la acción	obligatorio	Alfa(500)	

Condición.

Esta tabla contendrá todas las posibles condiciones de las acciones, es decir, los resultados de las actividades realizadas durante la ejecución de las acciones y con cual de ellas se relaciona. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a una única condición.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_CON	Identificativo único de la condición	clave	Alfa(10)	Se compone de una constante ('C') que hace referencia al tipo de dato (Condición), tres caracteres que hacen referencia al Sistema ERP y 6 caracteres numéricos que se asignan secuencialmente
CLV_ACC	Identificativo único de la acción con la que se relaciona	obligatorio	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Acción
IDENTIF	Texto breve de la pregunta asociada a la condición	obligatorio	Alfa(200)	
DESCRIP	Texto explicativo sobre la condición	obligatorio	Alfa(500)	

Regla.

Esta tabla contendrá todas las reglas semánticas necesarias para el proceso de parametrización. Cada valor diferente del identificativo de regla indicará las acciones y sus condiciones que hay que realizar para que se pueda ejecutar la regla, la acción

resultado de la ejecución de la regla, el conector que relaciona las condiciones y la secuencia de ejecución de las condiciones. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a una condición de una regla, es decir habrá tantos registros en la tabla para una única regla como condiciones entran en la regla. Cada ocurrencia de la misma regla tendrá la misma acción padre, ya que es el único resultado del cumplimiento de todas las condiciones de la regla.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_REG	Identificativo único de la regla	obligatorio	Alfa(10)	Se compone de una constante ('R') que hace referencia al tipo de dato (Regla), tres caracteres que hacen referencia al Sistema ERP y 6 caracteres numéricos que se asignan secuencialmente
CLV_ACCP	Identificativo único de la acción que se ejecutará si se cumple la regla	clave	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Acción
CLV_ACCH	Identificativo único de la acción cuya condición forma parte de las condiciones de la regla	clave	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Acción
CONECTOR	Indicativo del conector lógico con que se relacionan las distintas condiciones de la regla para que se pueda ejecutar esta.	obligatorio	Alfa(3)	Valores: AND XOR OR
SECUENCIA	Número que indica en que orden se debe realizar la acción hija respecto al resto de acciones hijas de la regla	obligatorio	Int	El orden de ejecución irá de menor a mayor. Valores iguales indican que el orden de ejecución entre esas acciones es indiferente
CLV_CON	Identificativo único de la condición, relacionada con la acción hija, que se debe cumplir	obligatorio	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Condición y llevar asociado en esa tabla la acción que aparece en esta como acción hija

TransacERP.

Esta tabla contendrá todas las transacciones del sistema ERP que se utilicen para dar valores a los parámetros del sistema. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a una única transacción independientemente del número de parámetros que contenga.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_TRAN	Identificativo único de la transacción ERP	clave	Alfa(10)	Se compone de una constante ('T') que hace referencia al tipo de dato (Transacción), tres caracteres que hacen referencia al Sistema ERP y 6 caracteres numéricos que se asignan secuencialmente
SISTERP	Nombre que identifica unívocamente el Sistema ERP al que pertenece la transacción	obligatorio	Alfa(20)	
IDENTIF	Nombre que identifica unívocamente la transacción	obligatorio	Alfa(10)	Procede del nombre de la transacción del sistema ERP
DESCRIP	Texto descriptivo de la transacción	obligatorio	Alfa(200)	Procede de la descripción de la transacción del sistema ERP

Parámetro.

Esta tabla contendrá todos los parámetros del sistema ERP que se utilicen para determinar el funcionamiento del sistema y que se deban valorar a través del asistente para poder realizar la posterior parametrización automática del sistema ERP. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a un único parámetro independientemente de sus relaciones con las transacciones del sistema ERP y con las acciones del Asistente Inteligente.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_PAR	Identificativo único del parámetro ERP	clave	Alfa(10)	Se compone de una constante ('P') que hace referencia al tipo de dato (Parámetro), tres caracteres que hacen referencia al Sistema ERP y 6 caracteres numéricos que se asignan secuencialmente
IDENTIF	Nombre que identifica el parámetro	obligatorio	Alfa(10)	Procede del nombre del parámetro del Sistema ERP (herramienta CASE)
DESCRIP	Texto descriptivo del parámetro	obligatorio	Alfa(500)	Procede de la descripción del parámetro del Sistema ERP (herramienta CASE)
ERPCLAVE	Nombre del campo y de la tabla del sistema ERP que son clave en la tabla donde está el parámetro	obligatorio	Alfa (50)	Procede del Sistema ERP (herramienta CASE)

VAL_CLAVE	Valor por defecto que se propondrá para el campo clave de la tabla donde está el parámetro	opcional	Alfa (100)	Procede del Sistema ERP (herramienta CASE) y del conocimiento experto
TIPO	Indica el tipo de valores aceptados para el parámetro	obligatorio	Alfa (20)	Los distintos tipos de datos pueden ser: Entero; Real; Entero_positivo; Real_positivo; Texto; Fecha; Hora; Booleano; Enumerado_tipo (existe una lista de valores del tipo indicado entre cualquiera de los tipos anteriores); Rango_tipo (existe un valor inicial y un valor final del tipo indicado entre cualquiera de los tipos anteriores)
VALORES	Lista con el detalle de los valores válidos según el tipo de dato	opcional	Puntero	En el caso que el tipo de dato sea un enumerado apuntará a una lista con todos los valores de la enumeración. En el caso que el tipo de datos sea un rango indicará los valores iniciales y finales del rango. En el caso que el tipo de dato sea un texto indicará el número de caracteres máximo del texto.
DEFECTO	Valor por defecto que se propondrá inicialmente	opcional	Alfa (100)	Procede del sistema ERP (herramienta CASE)
CLV_TRAN	Identificativo único de la transacción ERP en la que se da valor al parámetro en el Sistema ERP	obligatorio	Alfa(10)	Debe existir en la tabla TransacERP
CLV_ACC	Identificativo único de la acción en la que se debe definir el parámetro en el Asistente Inteligente	obligatorio	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Acción

Docu_Acción.

Esta tabla contendrá todas las relaciones entre documentos y acciones. Es decir, en cada registro aparece un documento cuyo contenido informativo hace referencia a una acción. El mismo documento puede relacionarse con distintas acciones y la misma acción puede tener asociados distintos documentos, por ejemplo, se puede ilustrar la misma actividad de diferentes formas: visual, textual, gráfica, etc. y cada una de estas formas estar plasmada en un documento diferente. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a una asociación documento/acción.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_ACC	Identificativo único de la acción al que se asocia el documento	clave	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Acción
CLV_DOC	Identificativo único del documento asociado con la acción	clave	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Documento

Docu_Param.

Esta tabla contendrá todas las relaciones entre documentos y parámetros. Es decir, en cada registro aparece un documento cuyo contenido informativo hace referencia a un parámetro. El mismo documento puede relacionarse con distintos parámetros y el mismo parámetro puede tener asociados distintos documentos, por ejemplo, se puede ilustrar el mismo concepto de diferentes formas: visual, textual, gráfica, etc. y cada una de estas formas estar plasmada en un documento diferente. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a una asociación documento/parámetro.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_PARA	Identificativo único del parámetro al que se asocia el documento	clave	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Parámetro
CLV_DOC	Identificativo único del documento asociado con el parámetro	clave	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Documento

Situ_Param.

Esta tabla contendrá tres tipos de información con la misma estructura:

- ? La situación actual de todos los usuarios autorizados en la parametrización del sistema ERP seleccionado y que hayan comenzado algún proceso de parametrización de algún subdominio (proceso de negocio). La situación de parametrización se almacenará solamente sobre los subdominios y contendrá todas las reglas que ha ejecutado, el valor de los parámetros dados y el contenido de las condiciones de las reglas pendientes, que formarán la cadena de parametrización. Almacenar la cadena de parametrización de cualquier acción (no subdominio) aumentaría la necesidad de almacenaje y la complejidad de los procesos sin aportar prácticamente ningún valor añadido. Cada registro hará referencia a la cadena de un subdominio pendiente de un usuario. Es decir, un usuario puede tener abiertas varias cadenas de parametrización de diferentes subdominio, aunque solo una para cada subdominio diferente. Cada cadena de parametrización pendiente (de un usuario y subdominio) será una ocurrencia del

fichero. Cada ocurrencia de la tabla hará referencia a la última situación del usuario dado respecto a la parametrización del subdominio dado.

- ? La estrategia empresarial o plan estratégico de cada uno de los tipos definidos en la taxonomía creada. La situación de parametrización se almacenará sobre los subdominios y contendrá los valores de las condiciones de algunas reglas y el valor de algunos parámetros (valores que definen la forma de actuar de la taxonomía correspondiente), que formarán la cadena de parametrización. Cada registro hará referencia a un subdominio de una taxonomía. Es decir, una taxonomía puede tener abiertas varias estrategias empresariales de diferentes subdominios, aunque solo una para cada subdominio diferente. Cada estrategia empresarial definida (de una taxonomía y subdominio) será una ocurrencia del fichero.

- ? Las decisiones de negocio particulares de una empresa que personalizan la estrategia empresarial de la taxonomía que le corresponde en un subdominio. La situación de parametrización se almacenará sobre los subdominios y contendrá los valores de las condiciones de algunas reglas y el valor de algunos parámetros que modifican a los datos genéricamente para su taxonomía (valores que definen la forma de actuar de la empresa correspondiente), que formarán la cadena de parametrización. Cada registro hará referencia a un subdominio particularizado de una empresa, pero no totalmente determinado. Es decir, una empresa puede tener abiertas varias decisiones de negocio de diferentes subdominio, aunque solo una para cada subdominio diferente. Cada decisión empresarial definida (de una empresa y subdominio) será una ocurrencia del fichero.

Su estructura de datos es la siguiente:

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_TIPO	Indica el tipo de valores posibles que contiene el registro	clave	Alfa(1)	Posibles valores: 'S'=La situación última de parametrización del subdominio en el que ha trabajado el usuario individual; 'P'=El plan estratégico de cada taxonomía definida de un subdominio; 'E'= Las decisiones empresariales particulares de una empresa sobre un subdominio

CLV_UIN	Identificativo único del usuario individual (persona) responsable de la cadena de parametrización	clave	El mismo del Sistema ERP	Proviene de un interfaz con el Sistema ERP. En el caso de tipo 'E' y 'P' tiene el valor 'Sistema'
CLV_UCO	Identificativo único del usuario colectivo (empresa) responsable de la cadena de parametrización	clave	El mismo del Usuario Individual	Debe identificarse mediante un código único cada empresa que trabaje con el asistente. En el caso de tipo 'P' tiene el valor 'Sistema'
CLV_ACC	Identificativo único del subdominio para el que se almacena una cadena de parametrización	clave	Alfa(10)	Debe existir en la tabla Acción y ser de clase 'S' (subdominio)
TAXONOMÍA	Identificativo único que representa cada tipo definido en la taxonomía utilizada	clave	Alfa(10)	En el caso de tipo 'S' y 'E' tiene el valor de la taxonomía correspondiente al usuario colectivo. En el caso de tipo 'P' estará formado por tres dígitos que identifican el área temática, cuatro que identifican el sector y tres que identifican el negocio
CADENA	Apuntador a la cadena de parametrización, que contiene alguno de estos tipos de información: 'S', 'P' y 'E'. Los tipos 'P' y 'E' pueden ser el punto de partida del trabajo de los usuarios individuales para obtener información tipo 'S'. La cadena de parametrización es la memoria de los parámetros valorados y los caminos seleccionados	obligatorio	Puntero	Apunta a una dirección de memoria que inicia la lista enlazada que contiene la cadena de parametrización

Cada una de estas tablas debe cargarse inicialmente en la Base de Datos del Asistente Inteligente, con los datos correspondientes a las reglas, acciones y parámetros necesarios para la parametrización de la planificación de necesidades de material en SAP R/3. Estos datos deben estar cargados para poder, después de finalizado el trabajo del usuario, generar un fichero para cargar automáticamente la parametrización de este proceso en SAP R/3, pero no es necesario, hasta ese momento, que este instalado SAP R/3. Se hace hincapié en que no hay carga inicial de datos en la tabla SITU_PARAM para la información referida a la situación de parametrización de los usuarios que, como hemos visto antes, es una tabla cuyo contenido se actualiza en función de la actividad de los usuarios pero sí para aquella relativa a la estrategia de negocio del tipo de empresa seleccionada en el prototipo, producción y venta de tecnología en el ámbito de las telecomunicaciones. El detalle de los datos iniciales de carga se presenta en el Anexo II.

4.2.2. Modelo de procesos

La finalidad del modelo de procesos es formalizar las funciones que debe realizar el asistente determinando la estructura de programas necesarios para cubrirlas, y, para cada uno, su funcionamiento, el diseño de las comunicaciones con los utilizadores del programa y con otros sistemas informáticos, los accesos a la estructura de datos que debe realizar y el diseño de las estructuras de datos internas que necesita.

En la descripción de este modelo vamos a distinguir cuatro partes: los procesos de gestión de la base de datos, el proceso de inicio del Asistente Inteligente, el propio proceso de parametrización y el proceso de carga automática del Sistema ERP.

Procesos de gestión de la Base de Datos.

Para facilitar la gestión propia de la Base de Datos se deberán construir los siguientes procedimientos:

- ? ALTA. Introducción de nuevos registros en cualquiera de las tablas. Incluida la tabla Situ_Param en los casos de Estrategia o Plan Empresarial y Decisiones de Negocio particulares;
- ? BORRADO. Baja de registros en cualquiera de las tablas. Este procedimiento deberá tener en cuenta las restricciones lógicas de dependencias entre tablas, por ejemplo, no será posible borrar una acción sin borrar registros asociados de otras tablas, como documentos o condiciones;
- ? MODIFICACION. Modificación de campos no clave de registros en cualquiera de las tablas;
- ? CONSULTAS. Acceso a visualización de los datos de cualquiera de las tablas. Además para obtener información enlazada, es decir, relaciones de los registros de distintas tablas se crean las siguientes consultas a la Base de Datos:
 1. CONDICIONES. Esta consulta recupera los datos de la tabla Condición y añade, para cada registro, la acción (tabla Acción) asociada e información descriptiva de ambas tablas.
 2. REGLAS. Esta consulta recupera los datos de la tabla Regla y añade la descripción de las acciones asociadas a cada registro tanto padre como hijo, de la tabla Acción. También añade la descripción de la condición que aparece en el registro de la tabla de Condición y datos importantes de la regla como conector y secuencia.

3. DOCUMENTOS. Esta consulta recupera los datos de las tablas Docu_Acción y Docu_Param, que relacionan Acciones con Documentos y Parámetros con Documentos y añade los nombres de las acciones y los parámetros de las tablas Acción y Parámetro. También añade la descripción y la dirección del documento que aparece en cada registro de la tabla, tomándolo de la tabla Documento.
4. PARÁMETROS. Esta consulta recupera los datos de la tabla Parámetro y asocia a cada uno de los registros los datos de la acción (tabla Acción) y la transacción (tabla Transacción) que se utiliza para darles valor en el Asistente Inteligente y en el sistema ERP: Además se añade información descriptiva de las tres tablas.

Proceso de inicio del Asistente Inteligente.

El proceso que se pone en marcha al ejecutar el asistente comienza con la pantalla inicial del Asistente Inteligente, mostrada en la figura 4.12.



Figura 4.12 Diseño de la pantalla inicial del Asistente Inteligente

En esta pantalla se pedirá la identificación del usuario individual, su clave y la empresa a la que pertenece. El asistente verificará la clave y la existencia de una conexión entre los usuarios individual y colectivo introducidos. Si todos los datos son correctos se permitirá al usuario elegir alguna de las opciones del menú: Usuarios, Taxonomía empresarial, Documentos, Sistema ERP y Parametrización.

Si se selecciona la opción Usuarios se abrirá un submenú que permitirá la gestión de usuarios colectivos e individuales (altas, bajas, consultas y modificaciones), la posibilidad de relacionar usuarios individuales con colectivos (empresas) y la gestión de preferencias de ambos tipos de usuarios.

Si se selecciona la opción Taxonomía Empresarial se abrirá un submenú que permitirá la gestión (alta, baja y consulta y modificación) de los planes estratégicos asociados a cada taxonomía empresarial. En algunas de estas opciones se enviará al usuario al menú de Parametrización, ya que la estructura de los Planes Estratégicos se corresponde con la cadena de parametrización obtenida de este proceso. En este mismo menú se gestionarán de la misma manera las decisiones de negocio, que son particularizaciones empresariales de las taxonomías.

Si se selecciona la opción Documentos se abrirá un submenú que permitirá la gestión de documentos (carga, baja, consulta y modificación) y la asociación de documentos a parámetros y acciones.

Si se selecciona la opción Sistema ERP se abrirá un submenú que permitirá la gestión de las transacciones ERP y los parámetros que maneja el asistente. Además se presentarán los procedimientos de interfaz con el sistema ERP: proceso de carga de usuarios, de parámetros y de transacciones y proceso de generación del fichero de carga automática de la parametrización realizada de un subdominio.

La última opción, Parametrización, la vamos a ver en el punto siguiente, ya que da paso al proceso de parametrización.

Proceso de Parametrización.

Debido a la complejidad de este proceso vamos a distinguir varias fases:

1. Selección del tipo de Parametrización.

Si se selecciona la opción Parametrización, dentro del menú de inicio del Asistente Inteligente, se presentará al usuario tres posibilidades:

- ? Parametrización a partir de un plan estratégico. Se utilizará el usuario colectivo introducido en la pantalla de inicio para buscar en la base de datos la taxonomía a la que pertenece (en este prototipo solo se ha creado un usuario y una taxonomía por lo que esta búsqueda puede obviarse). Se abrirá una ventana en la que se mostrarán una lista con todas las cadenas de parametrización del fichero Situ_Param que sean de clase 'P' (Plan Estratégico) y en las que el campo Taxonomía se corresponda con la taxonomía del usuario colectivo que tratamos.

El usuario marcará un elemento de la lista para comenzar el proceso de parametrización.

- ? Parametrización a partir de decisiones de negocio. Se abrirá una ventana en la que se mostrarán una lista con todas las decisiones de negocio del fichero Situ_Param que sean de clase 'E' (Decisión Empresarial) y en las que el campo Usuario Colectivo corresponda con el introducido en la pantalla de inicio. El usuario marcará un elemento de la lista para comenzar el proceso de parametrización.

- ? Parametrización libre o continuar una parametrización en curso. Se abrirá una ventana en la que se mostrarán para el usuario individual introducido en la pantalla de inicio los posibles subdominios a parametrizar. Para elegir los subdominios a presentar primero se seleccionaran de la tabla Acción aquellos registros que sean subdominios y después se verificará si alguno de ellos ya tiene una parametrización en proceso para la empresa (usuario colectivo) a la que pertenece el usuario individual. Estos subdominios seleccionados se presentarán en una lista. Esta lista se rellenará con aquellas acciones del fichero Acción que tengan CLASE='S' y que no existan en el campo CLV_ACC del fichero Situ_Param con el campo CLV_UCO igual al usuario colectivo al que pertenece el individual y con el campo CLASE = 'S' (Situación de Paramerización), más aquellos subdominios que existan en el fichero Situ_Param con el campo CLV_UCO igual al usuario colectivo al que pertenece el individual y con el campo CLASE = 'S' (Situación de Paramerización). Cada elemento de la lista tendrá los siguientes campos:
 - o Identificativo del subdominio. Valor del campo CLV_ACC de la tabla Acción (si el subdominio nunca ha sido parametrizado en esta empresa) o de la tabla Situ_Param (si el subdominio tiene ya un proceso de parametrización en esta empresa);

 - o Nombre del subdominio. Valor del campo IDENTIF de la tabla Acción del registro que tenga en el campo CLV_ACC el valor del campo anterior (identificativo del subdominio);

 - o Estado de parametrización. Indica la situación de parametrización del subdominio. Sus posibles valores son 'no iniciado', 'en proceso', y 'completado'. Si el subdominio nunca ha sido antes parametrizado en esta empresa (subdominios que no existe en el fichero Situ_Param con el campo CLV_UCO igual al usuario colectivo al que pertenece el individual y con el campo CLASE = 'S') se pondrá 'no iniciado'. En caso contrario se pondrá 'completado' si todos los registros de la cadena

de parametrización asociada mediante el campo CADENA tienen todas las respuestas marcadas (con 'SI' o 'NO') o se pondrá 'en proceso' si hay alguna respuesta en blanco;

- o Usuario responsable. Si el estado de parametrización (campo anterior) es 'no iniciado' se dejará en blanco. En los otros dos casos se tomará el valor del campo CLV_UIN del registro correspondiente de la tabla Situ_Param que cumpla que CLV_ACC sea igual al identificativo del subdominio, CLV_UCO sea igual al usuario colectivo al que pertenece el individual y CLASE sea igual a 'S' (Situación de Paramerización).

El usuario marcará un elemento de la lista, entre aquellos que no tengan usuario responsable o que tengan como usuario responsable el usuario introducido en la pantalla de inicio, para comenzar el proceso de parametrización. La figura 4.13 muestra un ejemplo de pantalla de selección de subdominio a parametrizar.

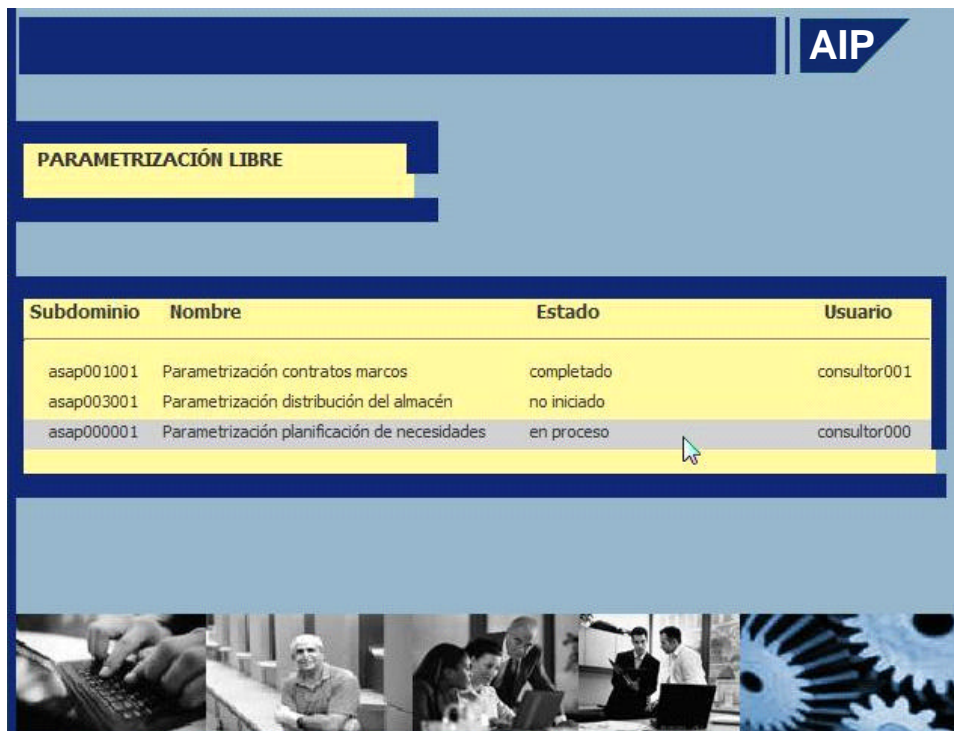


Figura 4.13 Diseño de la pantalla de selección de subdominio a parametrizar

2. Diseño de la tabla interna de trabajo o cadena de parametrización.

El proceso del parametrización se basa en una tabla de trabajo que residirá en memoria y contendrá la situación de parametrización de cada usuario que esté trabajando con el Asistente Inteligente. El diseño de la tabla se muestra en la figura 4.14.

Acción Padre ₁	Acción Hija ₁₁	Respuesta ₁₁	Parámetros ₁₁	...	Acción Hija _{1n}	Respuesta _{1n}	Parámetros _{1n}
Acción Padre ₂	Acción Hija ₂₁	Respuesta ₂₁	Parámetros ₂₁	...	Acción Hija _{2n}	Respuesta _{2n}	Parámetros _{2n}
...
Acción Padre _n	Acción Hija _{n1}	Respuesta _{n1}	Parámetros _{n1}	...	Acción Hija _{nn}	Respuesta _{nn}	Parámetros _{nn}

Fig. 4.14 Tabla interna de trabajo o cadena de parametrización

Cada registro de esta tabla corresponde con una regla semántica cuya acción padre es la acción conclusión de la regla. Los campos de cada registro serán, además de la acción padre, todas las acciones hijas o condiciones de la regla, las respuestas ('SI', 'NO' o vacío) que ha dado el usuario al cumplimiento de cada condición y el valor dado por el usuario a los parámetros asociados a cada acción hija. El número posible de condiciones en una regla es indefinido pero, utilizando las normas de formalización de las reglas semánticas de la metodología de este trabajo, hemos definido un número máximo de 10 condiciones por cada conclusión.

El valor dado a los parámetros, en cada acción hija que lleve asociada esta actividad, se representará mediante un fichero que contiene los parámetros y los valores que se han definido durante la parametrización de cada acción hija. El campo llamado Parámetros de la tabla interna o cadena de parametrización contendrá un apuntador a un fichero de este tipo. La estructura de cada uno de los ficheros apuntados será la mostrada en la figura 4.15. En ella se representa para cada campo su nombre, descripción, tipo, formato y valores, de forma similar a la utilizada en el modelo de datos.

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
CLV_PAR	Identificativo único del parámetro ERP	clave	Alfa(10)	Procede de la tabla Parámetro
CLV_TRAN	Identificativo único de la transacción ERP	obligatorio	Alfa(10)	Procede de la tabla Parámetro
ERPCLAVE	Nombre del campo y de la tabla del sistema ERP que son clave en la tabla donde está el parámetro	obligatorio	Alfa (50)	Procede de la tabla Parámetro
VALOR_C	Valor asociado al campo clave de la tabla donde está el parámetro	opcional	Alfa (100)	Procede del valor por defecto que da el asistente o del valor introducido por el usuario
VALOR_P	Valor asociado al parámetro	obligatorio	Alfa (100)	Procede del valor por defecto que da el asistente o del valor introducido por el usuario

Fig. 4.15 Fichero de valoración de parámetros apuntado desde la tabla interna o cadena de parametrización

En la tabla interna de trabajo o cadena de parametrización se insertará un registro cada vez que el usuario pase a ejecutar una nueva acción. Se modificará un registro de la tabla con las respuestas de los usuarios a las condiciones de las acciones hijas y con la introducción de valores a los parámetros en aquellas acciones hijo que tengan esta actividad asociada. Solo se borrarán registros de la tabla cuando el usuario quiera modificar la parametrización realizada y volver a un paso anterior.

3. Estructura del interfaz del Asistente Inteligente.

El interfaz del Asistente Inteligente consta de una única pantalla principal aunque, sobre ella, pueden abrirse otras ventanas, informativas o de parametrización, dependiendo de las acciones del usuario. La figura 4.16 muestra el diseño de la pantalla principal.

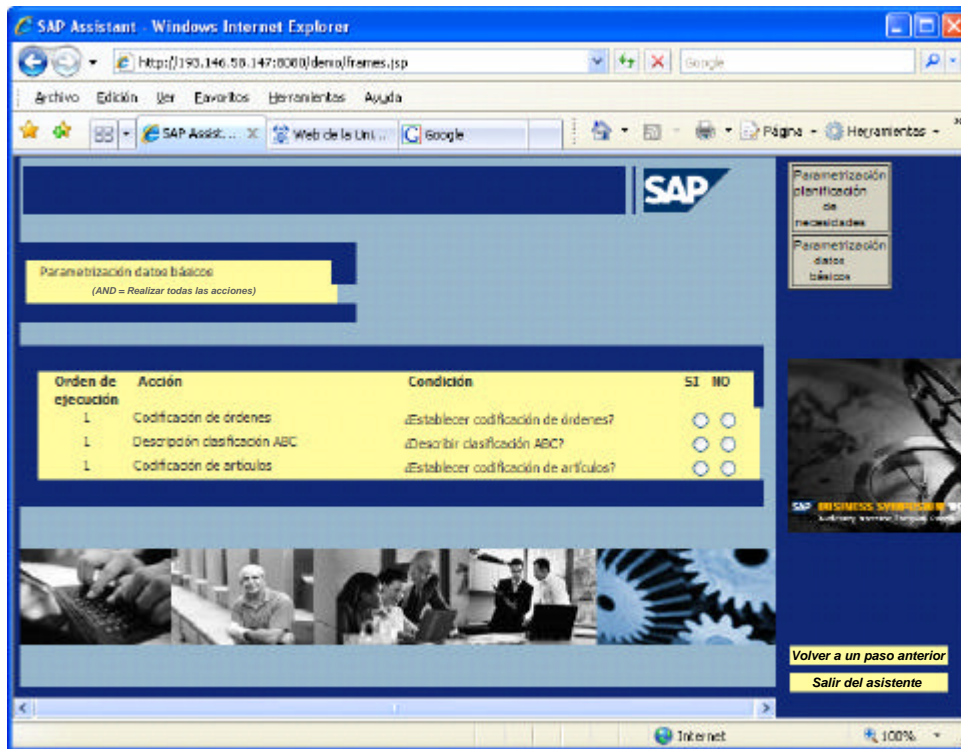


Fig. 4.16 Interfaz del Asistente Inteligente

En esta pantalla la parte principal se dedicará a presentar las acciones y condiciones por las que el usuario se moverá (reglas semánticas) para realizar el proceso de parametrización. Por tanto, en ella aparecerán los datos de la regla asociada a la acción que el usuario quiere realizar.

En la primera línea se puede leer el texto identificativo de la conclusión lógica de la regla o acción padre (campo IDENTIF de la tabla Acción correspondiente al registro de clave CLV_ACCP de la tabla Regla para la regla que estamos presentando). También en la primera línea se debe mostrar el significado del conector de la regla de la siguiente

forma: AND='Realizar todas las acciones'; OR='Realizar al menos una acción'; 'XOR='Realizar solo una acción'.

En las líneas siguientes aparecerán las premisas lógicas de la regla o acciones hijas. Se mostrarán ordenadas por el campo SECUENCIA de la tabla Regla y, en caso de haber secuencias repetidas (la misma secuencia en varias premisas indica que el orden de ejecución entre ellas es indiferente) dará igual el orden en que aparezcan. El valor del campo SECUENCIA se mostrará al lado izquierdo del texto de la acción hija, bajo el título genérico 'ORDEN DE EJECUCION'. Al lado derecho del texto se podrá leer la condición asociada a la acción hija que se obtendrá del campo DESCRIP de la tabla Condición correspondiente al registro de clave CLV_CON de la tabla Reglas para la acción hija de la regla que estamos presentando. A la derecha de la pregunta de la condición se pondrán dos marcadores con los textos 'SI' y 'NO' que será sobre los que haga clic el usuario en función de su respuesta a la condición.

Además, en una zona más pequeña de la pantalla de interfaz, se mostrara la cadena de parametrización seguida hasta ese momento por el usuario, presentando secuencialmente las acciones por los que ha ido pasando y señalando cuales de ellas están concluidas y cuales están pendientes de terminar (en el caso de acciones iniciales o intermedias de la red semántica que necesiten para su realización completa la ejecución de otras acciones). Esta información se obtendrá de la tabla de trabajo que maneja el asistente. El asistente determina que una acción está concluida, si todas las condiciones asociadas a ella (acciones hijas) en el registro de la tabla en que aparezca como acción padre han sido respondidas por el usuario con 'SI' o 'NO'. Esta tabla tendrá más o menos acciones según el desarrollo de la parametrización que lleve el usuario en esta sesión o contando con sesiones anteriores si había almacenado la cadena de parametrización en otras sesiones.

Dado que la tabla de trabajo puede ser muy larga y el usuario debe poder visualizarla completamente, aunque en la pantalla solo aparezca una parte, esta debe poder moverse desplazándose hacia la zona que marque el usuario. También en esta zona el usuario podrá seleccionar las opciones 'Salir del asistente' o 'Volver a un paso anterior de la parametrización' y para poder usar esta última opción marcará sobre la acción a la que quiere volver.

4. Recorrido por la red semántica.

Comienza cuando el usuario tiene en la pantalla principal una regla correspondiente a una acción a realizar. Cuando al usuario se le presenta una regla y sus acciones asociadas y las condiciones de estas se le permitirá marcar la respuesta 'SI' o 'NO' de una de las condiciones (dependiendo de la secuencia de ejecución y del tipo de conector), pero solo una cada vez.

Al presentar en la pantalla una regla, si el usuario está realizando la parametrización partiendo de un plan estratégico o de una decisión particular de negocio no se le presentarán en la pantalla las acciones que en dicha estrategia han sido marcadas con 'NO' (no realizar la acción correspondiente), de esta forma se obligará al usuario a recorrer el camino que marca la estrategia. Igualmente como veremos en la ventana de parametrización no se presentarán los parámetros ya establecidos por la estrategia.

Cuando se presenta una regla en la pantalla principal comienza el proceso de recorrido de la red semántica por parte del asistente que, según el conector, iniciará de la siguiente forma:

? Conector AND.

El usuario debe obligatoriamente marcar todas las respuestas con 'SI' (debe realizar todas las acciones hijas de la acción padre o conclusión de la regla) en el orden señalado por el orden de ejecución (con un número de secuencia menor). Si se señala alguna respuesta con 'NO' se enviará un mensaje del tipo 'Debe realizar esa acción, acción obligatoria'. Si hay varias acciones con la misma secuencia se permitirá marcar cualquiera de ellas, pero solo una cada vez. El resto de respuestas estarán bloqueadas hasta que se procese la marcada y se desbloquee la siguiente en orden de ejecución.

? Conector XOR.

El usuario debe obligatoriamente marcar una de las respuestas con 'SI' pero solamente una de ellas (debe realizar una y solo una entre todas las acciones hijas de la acción padre o conclusión de la regla). En el caso de este conector al tener que realizar una sola acción no tiene sentido el orden de ejecución, pero se seguirá utilizando por coherencia con el resto de conectores. Se desbloquearán todas las respuestas según el orden de ejecución y se permitirá marcar una cada vez. Cuando el usuario haya ya marcado una respuesta con 'SI' el asistente no permitirá marcar otra con 'SI', si el usuario lo intenta dará un mensaje del tipo 'Ya ha sido realizada una acción. Solo es posible realizar una de las acciones presentadas'. Si el usuario se ha equivocado de acción y se da cuenta en ese momento puede elegir la opción de 'Volver a un paso anterior' y modificar el recorrido de la red semántica. Si al final de todas las respuestas, no se ha señalado ninguna con 'SI' se enviará un mensaje del tipo 'Debe realizar una de las acciones presentadas' y se volverá al inicio del proceso de la regla, borrándose de la tabla de trabajo todas las respuestas.

? Conector OR.

El usuario debe obligatoriamente marcar una de las respuestas con 'SI' pero, además, puede marcar con 'SI' todas las que quiera (debe realizar al menos una

de todas las acciones hijas de la acción padre o conclusión de la regla). El asistente tiene en cuenta el orden de ejecución luego desbloqueará aquellas acciones que tengan la secuencia menor (una o más de una) hasta que el usuario de una respuesta ('SI' o 'NO') a alguna de ellas (una cada vez), desbloqueando, cuando todas las de la misma secuencia estén marcadas, las siguientes según este orden. Cuando se hayan marcado todas las condiciones el asistente verificará que al menos una respuesta sea 'SI'. Si esto no se cumple se dará un mensaje del tipo 'Marque una de las respuestas' y se volverá al inicio del proceso de la regla, borrándose de la tabla de trabajo todas las respuestas.

A continuación se seguirá con el recorrido por la red semántica según la respuesta marcada por el usuario:

? Cuando se marque una respuesta con 'NO' se deben seguir los pasos siguientes:

1. Marcar en la tabla de trabajo la respuesta 'NO' de la acción hija.
2. Verificar que todas las otras respuestas a todas las condiciones de la acción padre están marcadas. Puede ocurrir que:
 - o Todas las respuestas estén marcadas. En este caso esta acción está finalizada y se debe recorrer la tabla de trabajo desde el último registro hasta el primero o hasta encontrar una acción padre con alguna condición sin respuesta. Esta acción padre encontrada será la acción más próxima que ha quedado pendiente de su completa realización, y es la que debe pasar a realizarse. Por tanto las acciones hijas de esta acción se mostrarán en la pantalla principal con las respuestas que tuvieran en la tabla de trabajo y se pedirá al usuario que marque una acción, volviendo al principio del proceso. Si al recorrer toda la tabla no se encuentra ninguna acción pendiente se dará un mensaje 'Parametrización finalizada ¿Quiere guardar la parametrización realizada?' y se actuará como se explica en el punto 7 (Finalización y modificación de la parametrización realizada).
 - o No todas las respuestas estén marcadas. En este caso se deben desbloquear los marcadores 'SI' y 'NO' de la acción hija con orden de ejecución siguiente al que se ha respondido. Si hubiera acciones con la misma secuencia no marcadas se desbloquearían todos sus marcadores a la vez. Se pedirá al usuario que marque una acción y se volverá al principio del proceso

? Cuando se marque una respuesta con 'SI' se deben seguir los pasos siguientes:

1. Abrir la ventana de parametrización asociada a la acción hija marcada.
2. Una vez rellenos los parámetros, marcar en la tabla de trabajo la respuesta 'SI' en la acción hija.
3. Buscar la acción hija marcada en la tabla Regla como acción padre con CLV_ACCP. Si se encuentra se insertará este registro en la tabla de trabajo con esta regla, se mostrará en la pantalla principal y se pedirá al usuario que marque una acción, volviendo al principio del proceso. Si no se encuentra se debe verificar que todas las otras respuestas a todas las condiciones de la acción padre están marcadas, igual que se ha hecho en el segundo paso en caso de respuesta 'NO'.

5. Ventana informativa.

Esta ventana se abrirá sobre la pantalla principal para presentar los documentos asociados a cualquier acción que aparezca en la pantalla principal, ya sea en la regla en ejecución o en la cadena de parametrización realizada, o a cualquier parámetro que aparezca en la ventana de parametrización conectada a una acción en ejecución. La ventana se abre al hacer clic con el ratón sobre una acción o un parámetro. Entonces el asistente buscará los documentos asociados en la tabla DOCU_ACCIÓN, para acciones, o DOCU_PARAM, para parámetros, entrando con la clave CLV_ACC de la acción o CLV_PARA del parámetro. Si existe más de un documento asociado se pueden mostrar en el orden en que aparezcan o teniendo en cuenta las preferencias del usuario. La selección de la preferencia se hace en base a lo definido por el propio usuario o, si no existe preferencia particular, por el usuario colectivo (empresa) al que pertenece. Esta preferencia ayudará al asistente a decidir el orden de presentación de los documentos en función de su tipo: más orientados al texto o a gráficos, más auditivos o más visuales, etc.

Los documentos que se presentan se localizan físicamente a través de la tabla Documento con clave CLV_DOCU. Una vez mostrado el documento se debe preguntar al usuario si desea más información y, en caso afirmativo, se le presentará el segundo documento y así hasta que el usuario decida no necesitar más información o no haya más documentos. Si alguna acción o parámetro no tiene ningún documento asociado solo se sacará en esta zona el texto del campo DESCRIP de la tabla Acción con clave CLV_ACC de la acción que se trata o de la tabla Parámetro con clave CLV_PARA del parámetro que se trata.

6. Ventana de parametrización.

Esta ventana se mostrará al usuario cuando una acción hija ha sido marcada con 'SI' y dicha acción tiene asociado algún parámetro. El usuario deberá rellenar o ratificar (si el asistente propone un valor) los parámetros que aparecen en esta pantalla. Para abrir la ventana de parametrización asociada a una acción se busca en la tabla Parámetro el valor del campo CLV_ACCH de la pantalla principal del interfaz que ha sido marcada con 'SI', en el campo CLV_ACC. A continuación con estos registros seleccionados se crea una pantalla en la que se muestran estos registros, ya que cada uno corresponde a un parámetro a rellenar o ratificar por el usuario.

El proceso de presentación y verificación de los parámetros tendrá en cuenta el tipo de dato (campo TIPO) y los posibles valores (campo VALORES) que hay en el registro correspondiente de la tabla Parámetro. En esta pantalla al lado del nombre de cada parámetro aparecerá el campo para que lo introduzca el usuario, vacío o con el valor por defecto que hay en la tabla Parámetro. Si el usuario se posiciona y hace clic sobre el campo a rellenar se abrirá una ventana que le indique el tipo de dato y los valores posibles, es decir, ayuda para rellenarlo correctamente. Si el usuario se posiciona y hace clic sobre el nombre del parámetro el asistente, como ya hemos visto, abrirá una ventana informativa.

Si el usuario está realizando la parametrización partiendo de un plan estratégico o de una decisión particular de negocio no se le presentarán en la pantalla los parámetros que ya hayan sido valorados por la estrategia que se sigue y que por tanto no puedan ser modificados por el usuario que debe ceñirse a la estrategia establecida.

Cuando el usuario está parametrizando en nombre de la empresa una decisión de negocio o en nombre del sistema una taxonomía empresarial, en esta ventana no se considerará la obligatoriedad de rellenar todos los parámetros, ya que la estrategia definida puede, solo, determinar algunos de ellos. Esto no es así cuando parametrice un usuario individual que debe obligatoriamente dar valor a todos los parámetros no definidos por la estrategia de la que parte.

Con los valores tecleados o aceptados por el usuario se creará un fichero, cuya estructura ya hemos visto en el apartado sobre el diseño de la tabla de trabajo, y su apuntador se introducirá en el registro actual de la tabla de trabajo, en el correspondiente a la acción hija que se está tratando.

7. Finalización y modificación de la parametrización realizada.

La zona donde se muestra la cadena de parametrización se actualizará constantemente con el contenido de la tabla de trabajo. En esta zona, además, aparecerá

la opción de ‘Vuelta a un paso anterior’. El usuario podrá utilizar esta opción cuando haya cometido un error o quiera repetir (deshacer y volver a hacer) parte del proceso de parametrización desde un punto. Si elige esta opción el usuario deberá marcar una acción de las que aparecen en la cadena de parametrización. En este caso se deben realizar tres acciones:

1. Presentar en la zona principal del interfaz la regla de la tabla Regla con clave CLV_ACCP (acción padre) igual a la clave de la acción marcada.
2. Marcar en las respuestas a las condiciones de la regla presentada (acciones hijas) que se presentan en la pantalla de interfaz los valores que aparecen en el registro correspondiente de la tabla de trabajo.
3. Borrar de la tabla de trabajo los registros posteriores al registro correspondiente a la acción marcada para volver. Se borrarán igualmente los ficheros de parametrización asociados a las acciones hijas de los registros borrados.

La otra opción que aparece en la zona donde se muestra la cadena de parametrización es ‘Salir del asistente’. Si el usuario marca esta opción se le preguntará ‘¿Quiere guardar la parametrización realizada para continuar en la próxima conexión? Si el usuario responde:

- ? ‘NO’. Se finaliza el proceso del Asistente Inteligente sin guardar la tabla de trabajo actual, es decir, se perderán los cambios realizados en esta sesión.
- ? ‘SI’. Se guardará la tabla de trabajo en memoria permanente y se buscará en la tabla Situ_Param si existe un registro de clase igual a ‘S’ (Situación de Parametrización) para el mismo subdominio y usuario individual. Si este registro existe se modificará el campo CADENA con la dirección de la memoria permanente donde se ha almacenado la tabla de trabajo (cadena de parametrización). Si no existe este registro se crea con los datos ya indicados (usuario individual, subdominio y clase=‘S’) apuntando a la tabla de trabajo. Por último se finaliza el proceso del Asistente Inteligente.

Proceso de carga automática del Sistema ERP.

El usuario tiene opción de cargar de forma automática la parametrización de un subdominio realizada a través del asistente en la propia base de datos del sistema ERP. Esta posibilidad tiene la ventaja de que no es necesario tener implantado ni utilizar el sistema ERP mientras se realiza su parametrización. Una vez que esta se ha terminado y el sistema ERP está implantado se parametriza mediante la ejecución de un proceso

batch, utilidad existente en los todos los sistemas ERP importantes, con los datos generados por el Asistente Inteligente.

Cuando seleccione esta opción el asistente mostrará una lista con los subdominio presentes en la tabla Situ_Param (campo CLV_ACC) que tengan clase = 'S', usuario responsable el mismo que está seleccionando esta opción y esté completo (con el mismo criterio visto al describir el inicio del Asistente Inteligente). El usuario podrá marcar uno o varios elementos de la lista y el asistente generará uno o varios ficheros compatibles con el sistema ERP que hay que cargar.

Para seleccionar los parámetros que deben ir en cada fichero se leerá la cadena de parametrización apuntada por el campo CADENA del subdominio seleccionado de la tabla Situ_Param. La estructura apuntada tendrá varios registros y cada uno de ellos puede tener varias acciones hija con un fichero de parámetros asociado. Se tomarán todos los registros de todos esos ficheros, ya que cada uno de estos registros se refiere a un parámetro que ha sido valorado durante el proceso de parametrización de ese subdominio.

Se creará un fichero para cada subdominio y tendrá un registro por cada parámetro relleno durante la parametrización de ese subdominio. La estructura del fichero se muestra en la figura 4.17, en el caso de este prototipo, para su carga en el Sistema ERP SAP R/3.

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO	FORMATO	VALORES
TRANSACCIÓN	Nombre de la transacción del Sistema ERP	obligatorio	Alfa(10)	Transacción a ejecutar en SAP R/3
VALOR_C	Valor asociado al campo clave en la tabla donde está el parámetro	obligatorio	Alfa (25)	Valor del campo clave, necesario para poder ejecutar la transacción
PARÁMETRO	Nombre del parámetro del Sistema ERP	obligatorio	Alfa(10)	Parámetro a actualizar en SAP R/3
VALOR_P	Valor asociado al parámetro	obligatorio	Alfa (100)	Valor a actualizar para el parámetro dado

Fig. 4.17 Estructura del fichero de carga automática para SAP R/3

Esta estructura es utilizada por SAP R/3 para actualizar el valor de los parámetros enviados en su base de datos. Para ellos SAP R/3 utiliza la herramienta Business Application Program Interface (BAPI) que es una interfaz estándar, independiente de la plataforma de desarrollo, que permite a aplicaciones externas acceder a los objetos de la base de datos a través de modelos de funciones. Una aplicación, para acceder a un dato de SAP R/3 a través de BAPI necesita solo saber el nombre de la función (transacción) y el detalle de la interfaz. Estos detalles pueden ser de dos tipos:

- ? Parámetros de importación. Contiene los datos que se deben transferir a SAP desde la aplicación que ejecuta la función desde BAPI.
- ? Parámetros de exportación. Contiene los datos que debe enviar SAP a la aplicación que ejecuta la función desde BAPI.

Para definir estos parámetros BAPI utiliza los IDoc (Intermediate Document) que son formatos estándar de datos estructurados en modo de facilitar la comunicación a través de BAPI. Estas estructuras contenedoras propietarias de SAP constituyen el contenido de la comunicación cuando se efectúa una llamada desde BAPI. En SAP R/3 hay muchísimos tipos de IDoc, cuyo número aumenta proporcionalmente al uso de SAP R/3 y las necesidades de comunicación de sus clientes y asociados, ya que es fácil modificarlos o crearlos nuevos, según sus exigencias. Se pueden visualizar todas las categorías de IDoc y el detalle de sus registros solamente ejecutando una transacción, normalmente autorizada al personal de desarrollo o administración del sistema (WE61), o consultando la documentación disponible en la Herramienta de Documentación de la Interfaz IDoc.

Para crear estas estructuras de datos de tipo importación existe una utilidad en SAP R/3, llamada Batch Input, que permite ejecutar una transacción cualquiera, siempre que tenga definido un IDoc, y a continuación, generar un código de programa con las sentencias necesarias para que esa transacción sea ejecutada de forma batch a través de BAPI con el valor de los datos que se ha introducido de forma on-line en la transacción. Todas las transacciones de parametrización del sistema tienen definido un IDoc y, por tanto, pueden ser diseñadas con la utilidad de Batch Input y ejecutadas con la herramienta BAPI.

Para utilizar estas ventajas de SAP R/3 para nuestra carga automática de parámetros solo es necesario ejecutar los pasos siguientes:

1. Obtener el batch input de las transacciones de parametrización con unos valores determinados de prueba.
2. Obtener el fichero de carga del Asistente Inteligente.
3. Ordenar el fichero anterior por nombre de transacción.
4. Ejecutar una utilidad que lea todos los registros del fichero de carga de la misma transacción y para cada una copie el batch input correspondiente sustituyendo los valores determinados de prueba por los valores obtenidos del Asistente Inteligente.
5. Ejecutar los batch input obtenidos a través de la herramienta BAPI.

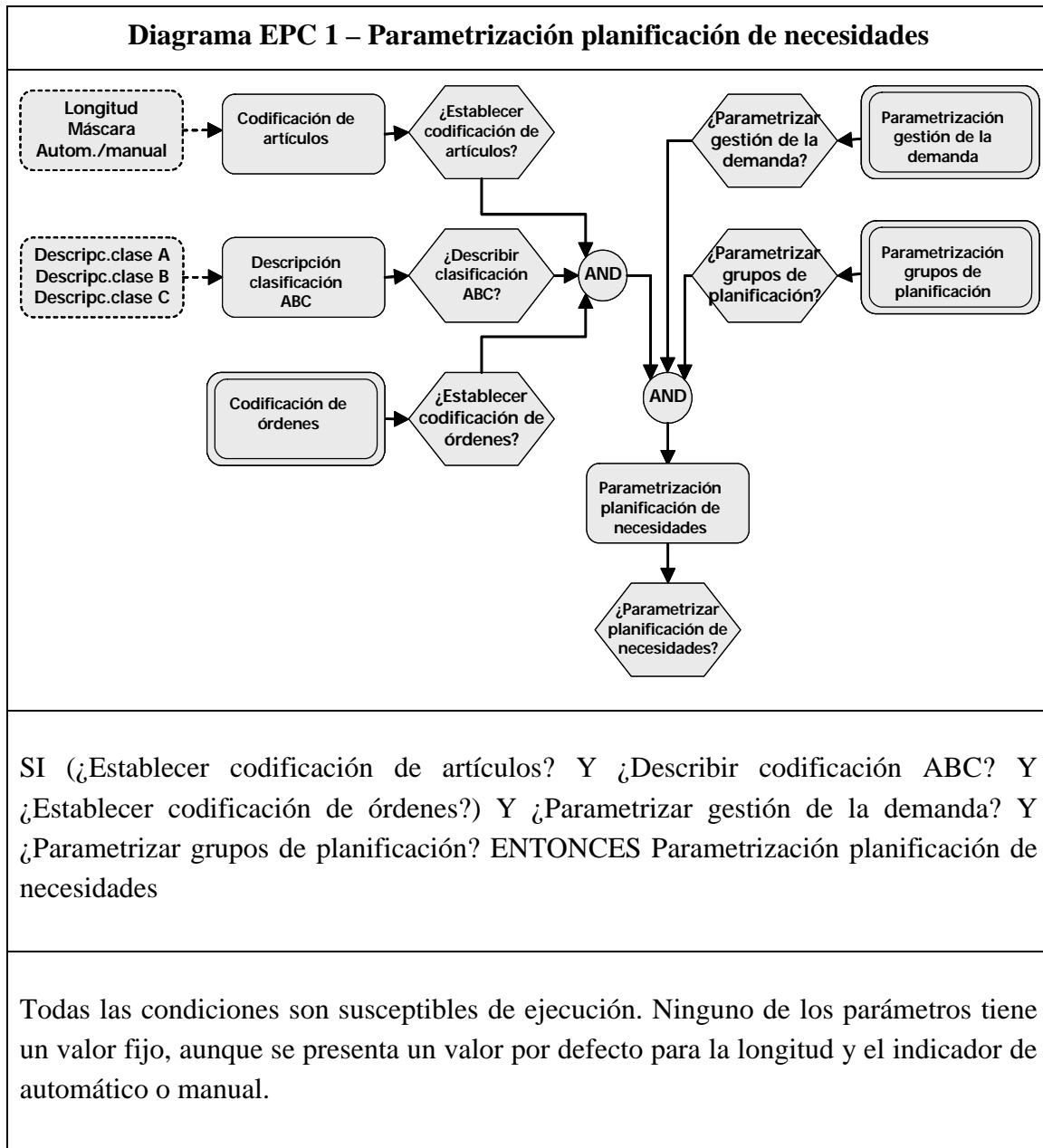
4.3. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS DEL DOMINIO

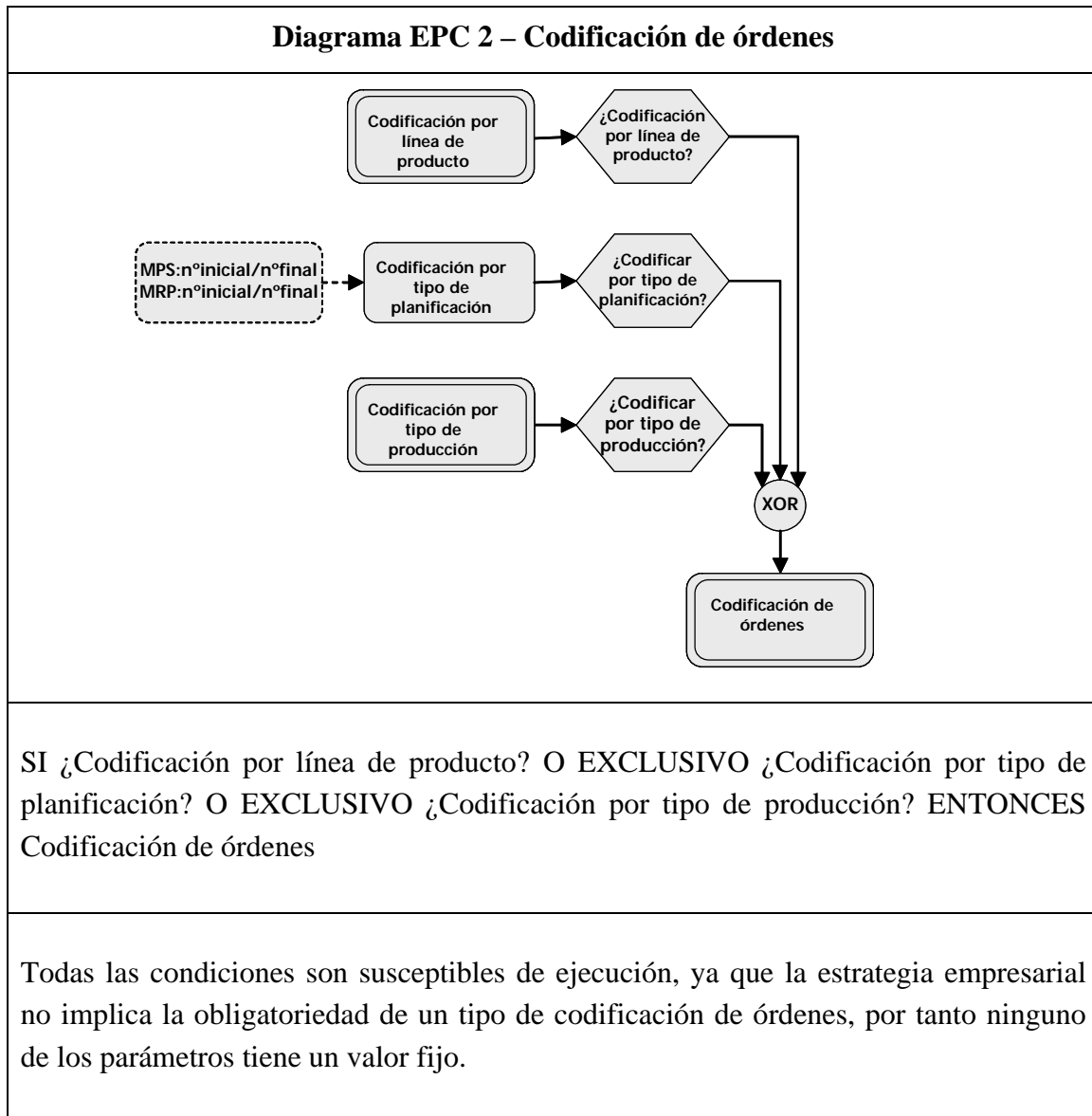
Como última fase de diseño del prototipo, y una vez desarrollado este, vamos a obtener el conocimiento del módulo del dominio diseñado correspondiente al subdominio elegido: la política de planificación de necesidades de material en SAP R/3. La obtención incluye la red semántica del subdominio y la asociación de información adicional, aplicando, para ello, la metodología propuesta para la creación de contenidos en el desarrollo de las reglas y objetos de información necesarios para su implementación. También desarrollaremos el subdominio anterior especificando valores de las reglas y parámetros según la estrategia empresarial para la producción y venta de tecnología en el ámbito de las telecomunicaciones. Según la taxonomía desarrollada en esta tesis se encuadra en el área de Industrias Productivas, el sector de Alta Tecnología y el negocio de Fabricantes de equipos.

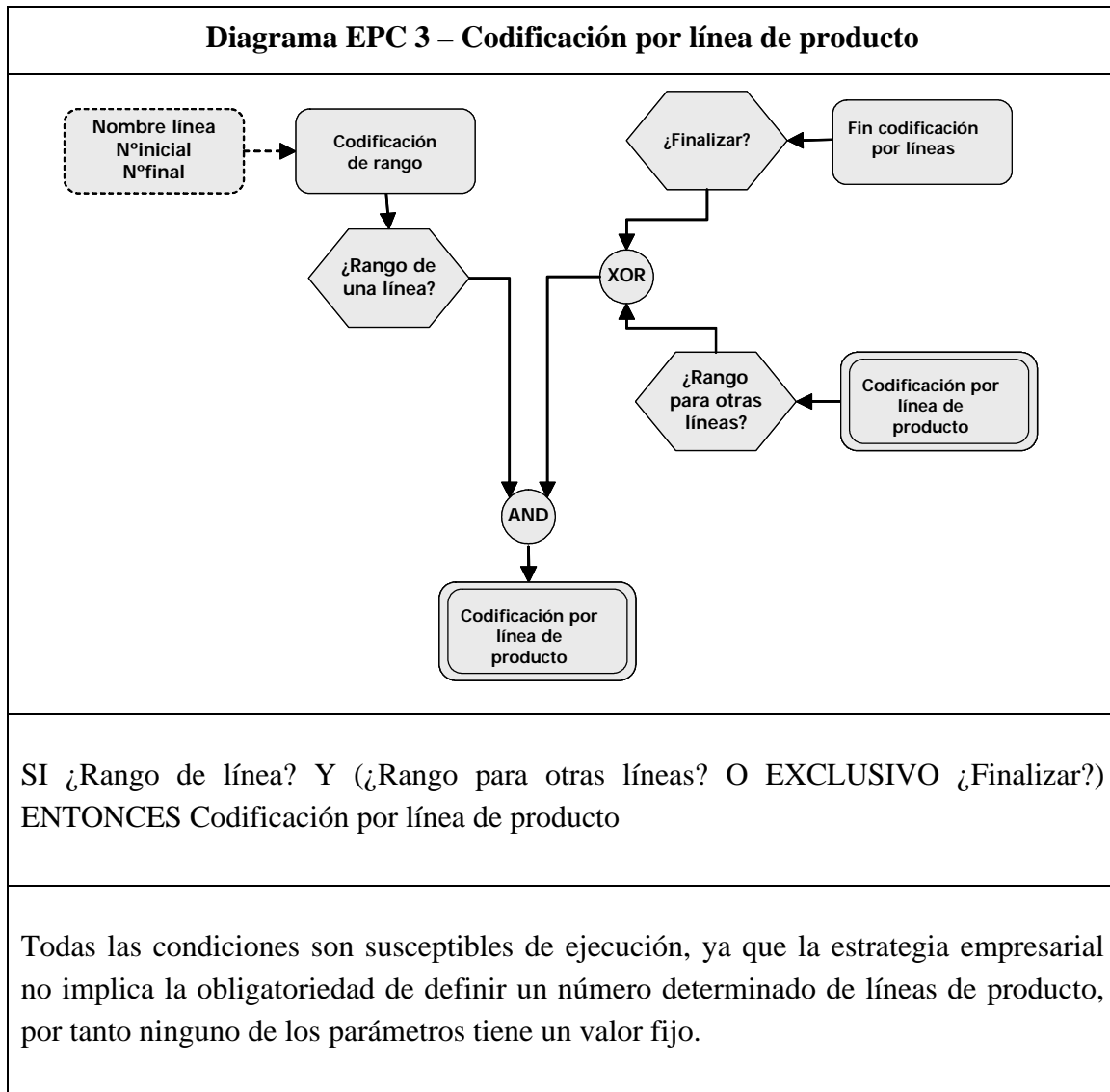
Para realizar esta tarea, presentaremos el modelo EPC del subdominio obtenido a través de manuales y conocimiento del experto. A continuación, para cada diagrama EPC del modelo, traduciremos su representación gráfica a representación mediante reglas semánticas, el conjunto de las cuales constituye la red semántica. El resto de pasos intermedios y finales de la metodología desarrollada se detallara con ejemplos en el Anexo I: ejemplo de diagrama EPC estructurado para su conversión automática, ejemplo de formateo de un diagrama EPC mediante XML, ejemplo de documentación asociada a un elemento de conocimiento y ejemplo de programa de batch input (carga de transacciones) para SAP R/3. Finalmente concretaremos los valores de parámetros y eventos presentes en cada diagrama EPC, según la estrategia empresarial de la taxonomía elegida, lo que constituirá la base para el proceso de parametrización de empresas de ese ámbito. El conjunto de todo el conocimiento expresado mediante el modelo de datos diseñado para nuestro prototipo en este capítulo, se detalla en el Anexo II.

Los cuadros siguientes muestran para cada diagrama EPC del modelo:

- ? Número y título del diagrama;
- ? Representación gráfica del diagrama;
- ? Representación mediante reglas de producción del diagrama;
- ? Valores de condiciones y parámetros para la estrategia empresarial de la taxonomía Industrias Productivas/Alta Tecnología/Fabricantes de equipos.







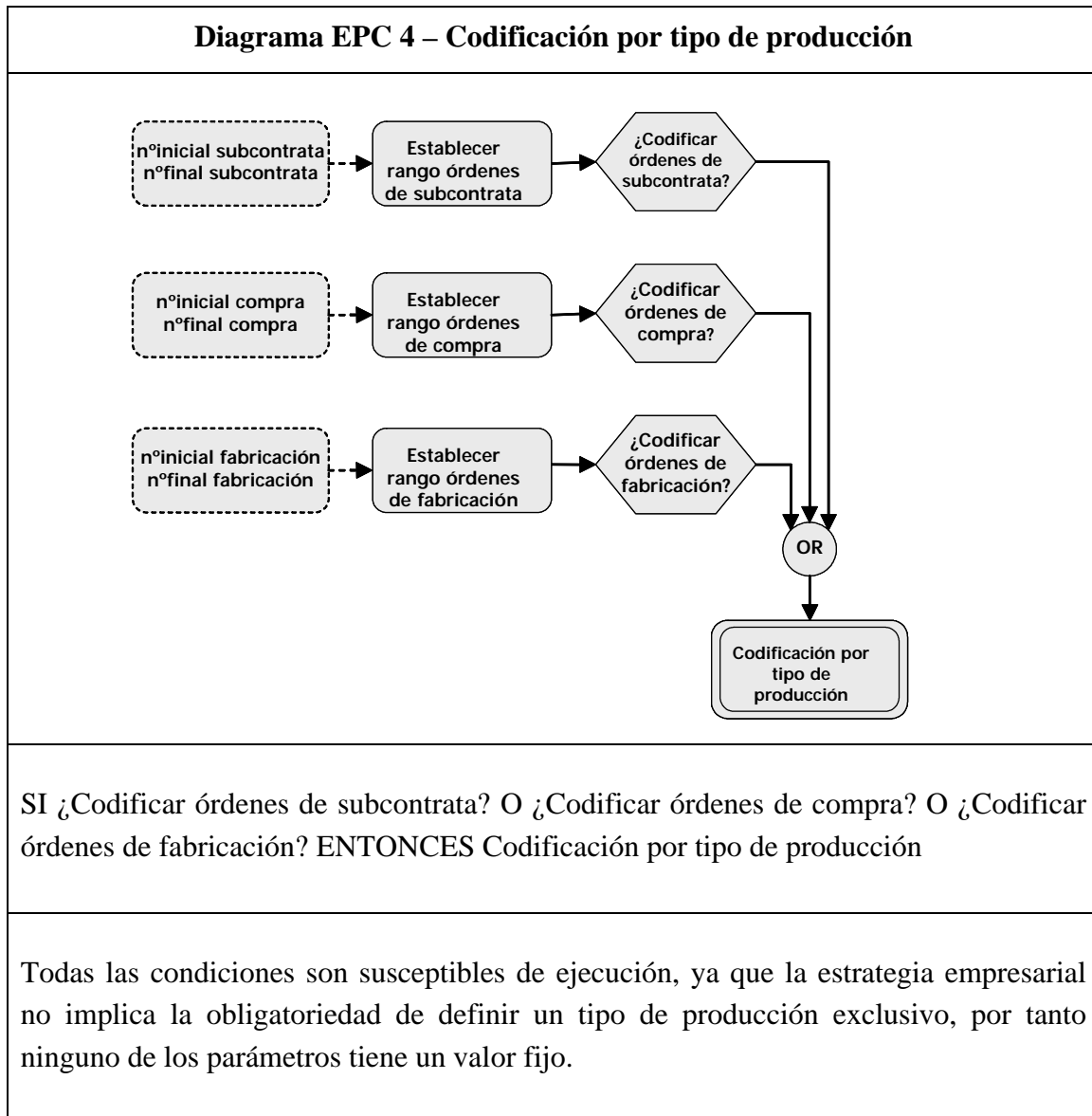
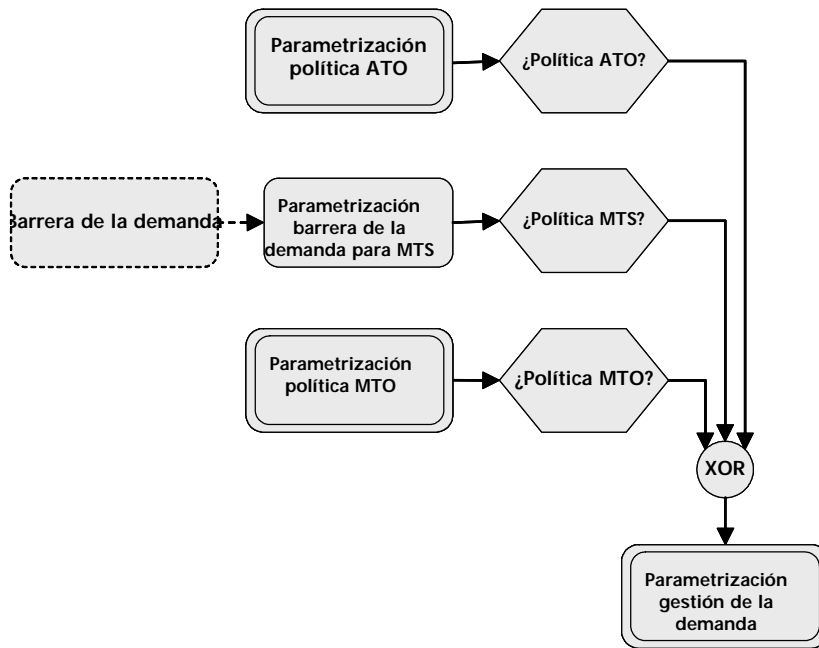
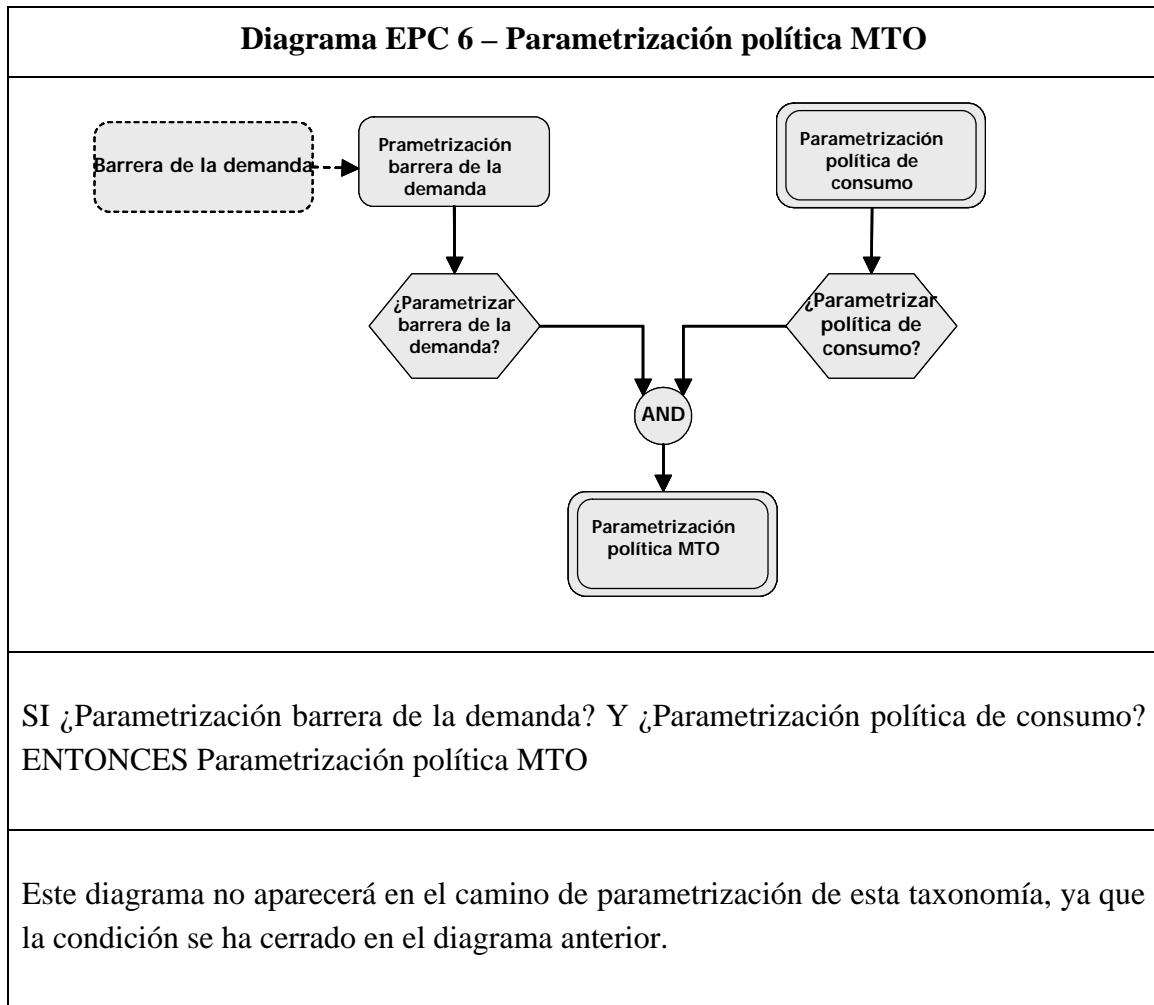


Diagrama EPC 5 – Parametrización gestión de la demanda



SI ¿Política ATO? O EXCLUSIVO ¿Política MTS? O EXCLUSIVO ¿Política MTO?
ENTONCES Parametrización gestión de la demanda

Las condiciones Política MTO y Política MTS tiene los valores fijos 'NO', ya que la estrategia empresarial de esta taxonomía implica una política Assembly to Order, por tanto los parámetros de este diagrama no son parametrizables en este caso.



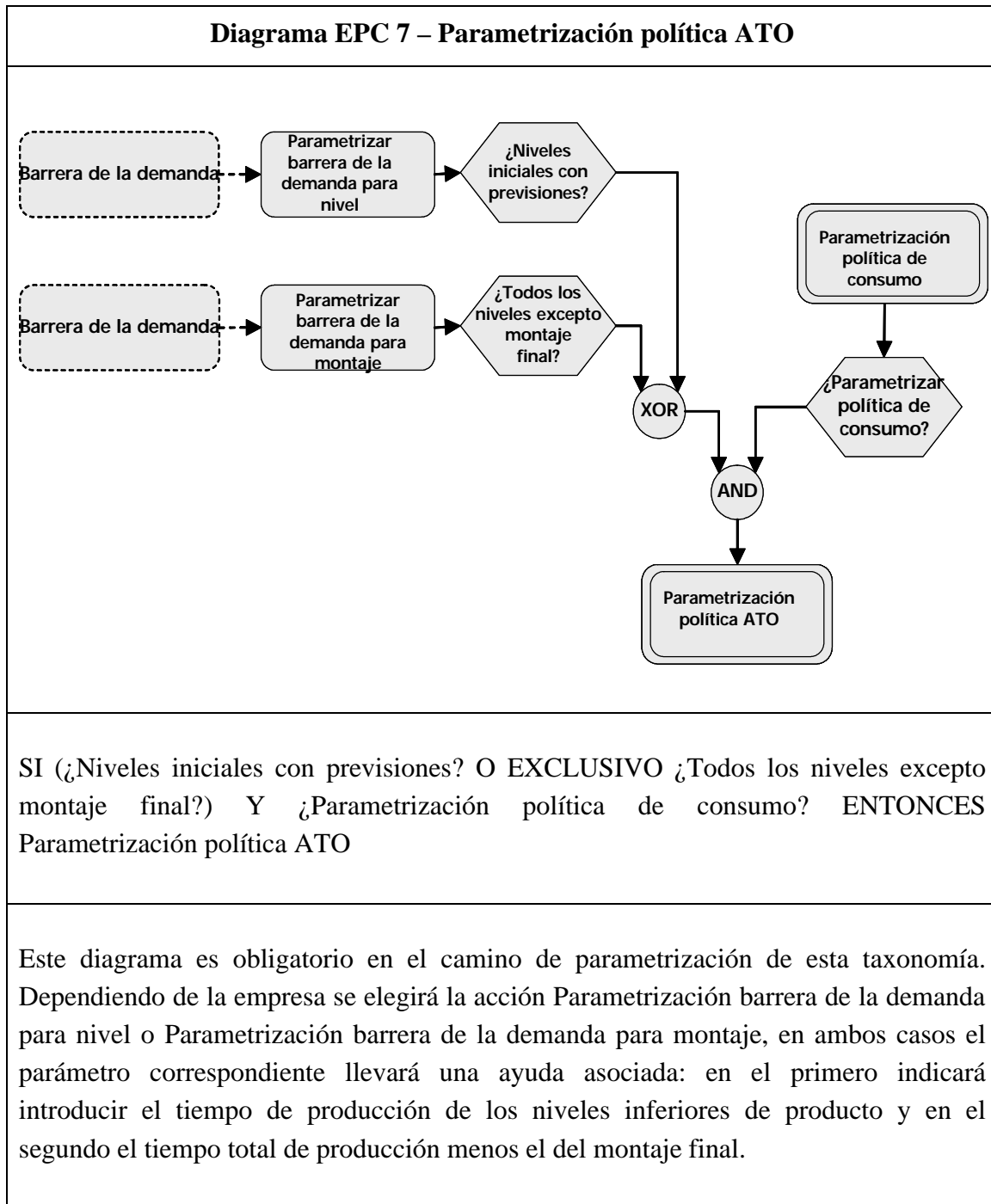
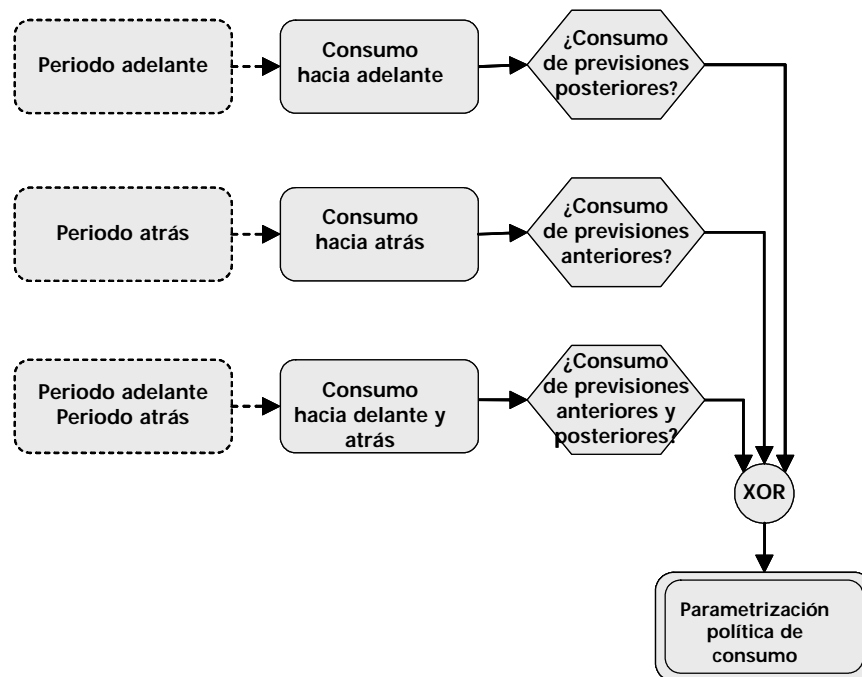
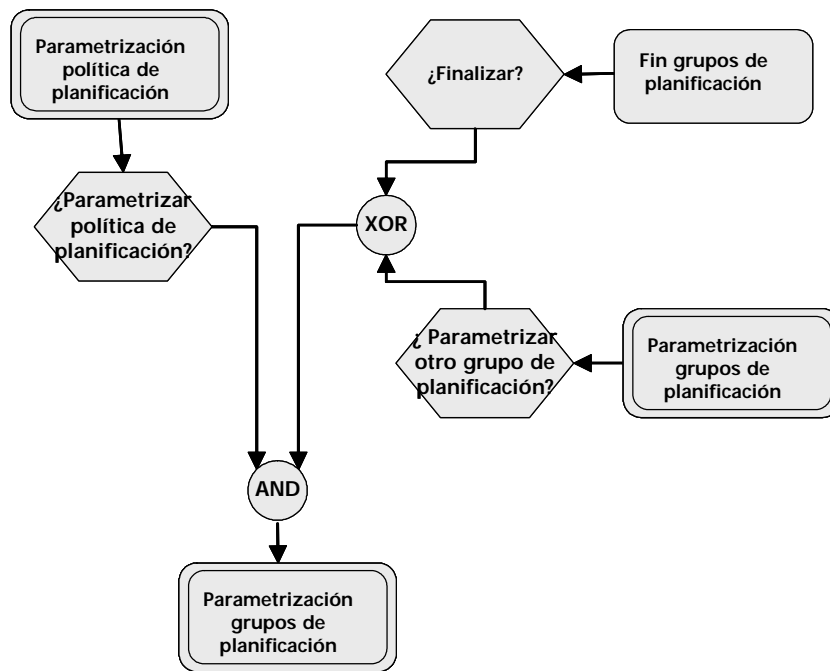


Diagrama EPC 8 – Parametrización política de consumo

SI ¿Consumo de previsiones posteriores? O EXCLUSIVO ¿Consumo de previsiones anteriores? O EXCLUSIVO ¿Consumo de previsiones anteriores y posteriores?
ENTONCES Parametrización política de consumo

Para la taxonomía elegida las condiciones ¿Consumo de previsiones posteriores? y ¿Consumo de previsiones anteriores? tienen un valor NO, ya que se debe elegir un consumo adelante y atrás (la otra condición). Además, se propondrá como valor por defecto para los parámetros Periodo adelante y Periodo atrás, un mes, que puede ser modificado según las decisiones de cada empresa particular.

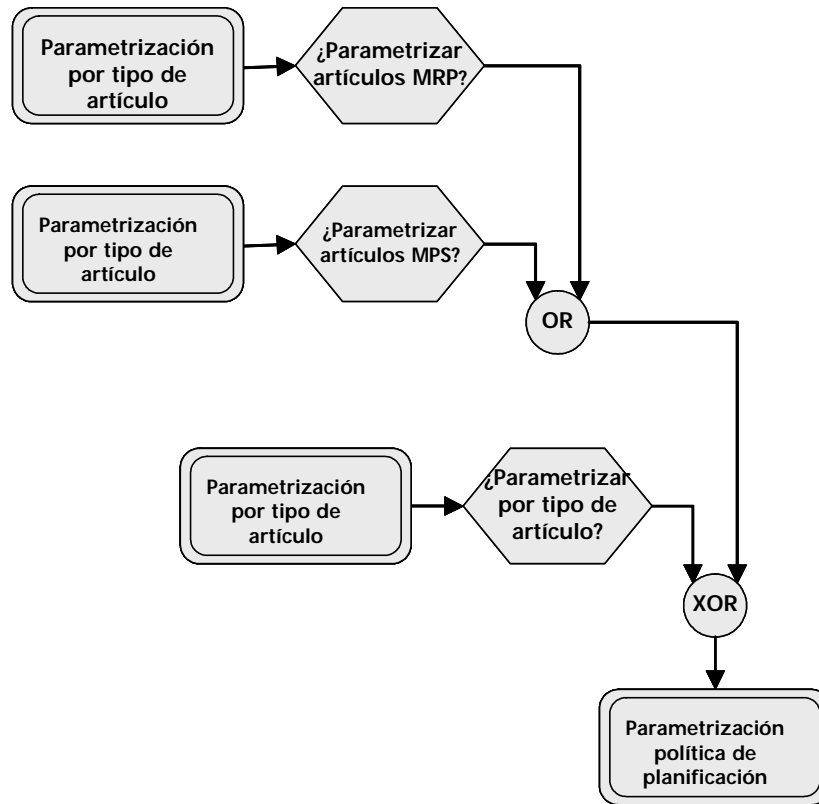
Diagrama EPC 9 – Parametrización grupos de planificación



SI ¿Parametrizar política de planificación? Y (¿Parametrizar otro grupo de planificación? O EXCLUSIVO ¿Finalizar?) ENTONCES Parametrización grupos de planificación

Todas las condiciones son susceptibles de ejecución, ya que la estrategia empresarial implica la definición de unos grupos de planificación según se explicó en el apartado 4.1.3 de este capítulo. Este diagrama permite parametrizar tantos grupos de planificación como sea necesario. En la taxonomía elegida, como ya hemos visto, debe recorrerse el camino del proceso Parametrización política de planificación diez veces correspondientes a los siguientes grupos de planificación:

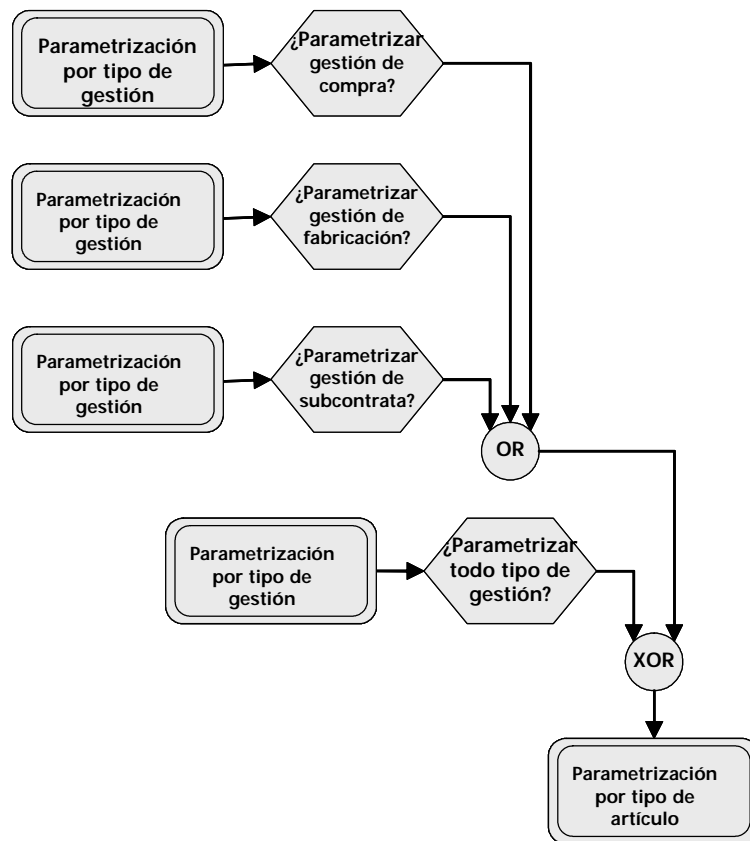
- Grupo 1 – Artículos MPS, de compras y clase A;
- Grupo 2 – Artículos MPS, de compras y clase B;
- Grupo 3 – Artículos MPS, de compras y clase C;
- Grupo 4 – Artículos MPS, de fabricación y clase A;
- Grupo 5 – Artículos MPS, de fabricación y clase B;
- Grupo 6 – Artículos MPS, de fabricación y clase C;
- Grupo 7 – Artículos MRP de compras y clase B
- Grupo 8 – Artículos MRP de compras y clase C
- Grupo 9 – Artículos MRP de fabricación y clase B
- Grupo 10 – Artículos MRP de fabricación y clase C

Diagrama EPC 10 – Parametrización política de planificación

SI (¿Parametrizar artículos MRP? O ¿Parametrizar artículos MPS?) O EXCLUSIVO ¿Parametrizar por tipo de artículo? ENTONCES Parametrización política de planificación

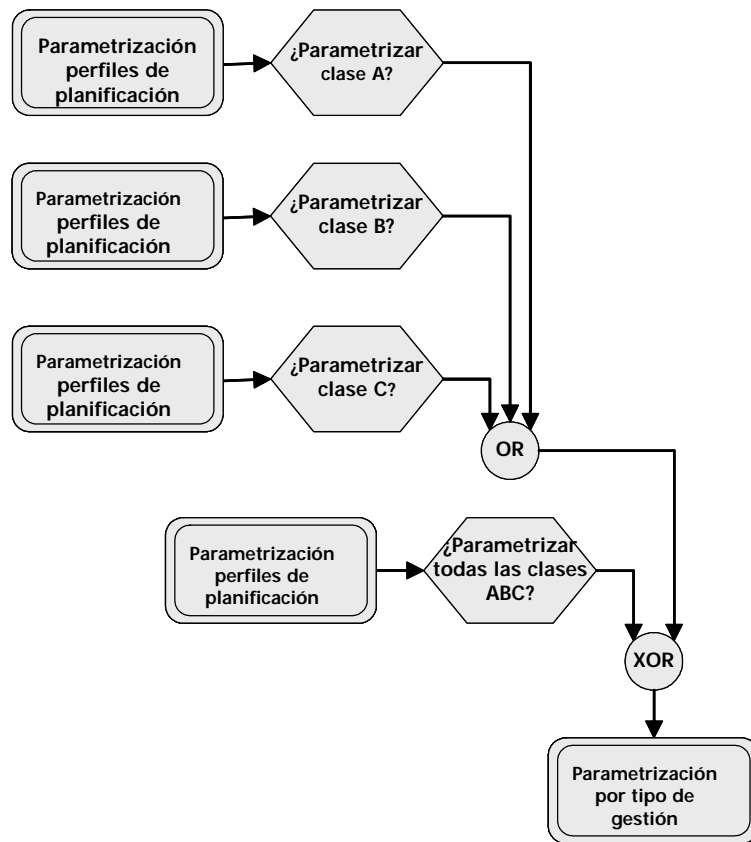
Según lo definido en el diagrama anterior, la estrategia definida pasará por diferenciar entre artículos MPS y MRP, por lo que la condición ¿Parametrizar por tipo de artículo? No se recorrerá nunca, tendrá valor NO.

Diagrama EPC 11 – Parametrización por tipo de artículo



SI (¿Parametrizar gestión de compra? O ¿Parametrizar gestión de fabricación? O ¿Parametrizar gestión de subcontrata?) O EXCLUSIVO ¿Parametrizar todo tipo de gestión? ENTONCES Parametrización por tipo de artículo

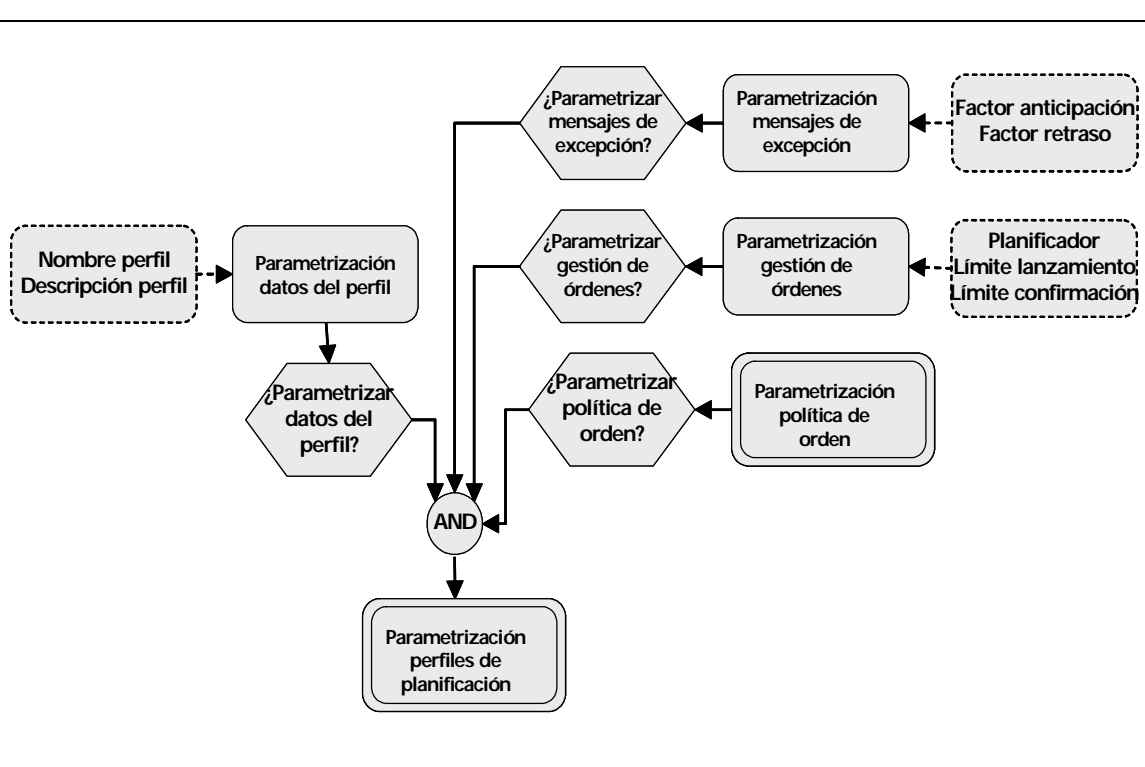
Según lo definido en el diagrama anterior, la estrategia definida pasará por diferenciar entre gestión de fabricación y de compra, por lo que las condiciones ¿Parametrizar por gestión de subcontrata? y ¿Parametrizar todo tipo de gestión? no se recorrerán nunca, tendrán valor NO.

Diagrama EPC 12 – Parametrización por tipo de gestión

SI (¿Parametrizar clase A? O ¿Parametrizar clase B? O ¿Parametrizar clase C?) O EXCLUSIVO ¿Parametrizar todas las clases ABC? ENTONCES Parametrización por tipo de gestión

Según lo definido en el diagrama anterior, la estrategia definida pasará por diferenciar entre gestión de fabricación y de compra, por lo que las condiciones ¿Parametrizar por gestión de subcontrata? Y ¿Parametrizar todo tipo de gestión? no se recorrerán nunca, tendrán valor NO.

Diagrama EPC 13 – Parametrización perfiles de planificación

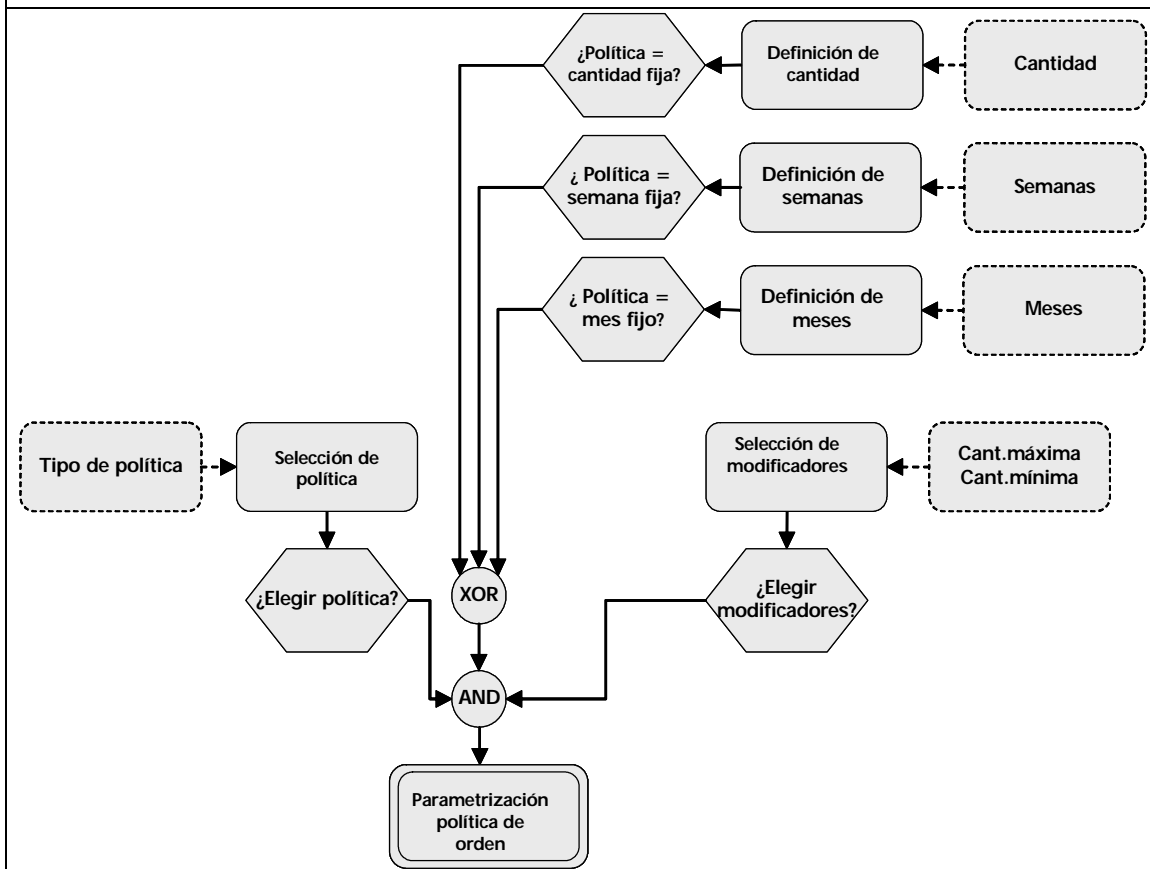


SI (¿Parametrizar datos del perfil? Y (¿Parametrizar mensajes de excepción? Y ¿Parametrizar gestión de órdenes? Y ¿Parametrizar política de orden?)) ENTONCES Parametrización perfiles de planificación

Según los grupos de planificación y los correspondientes caminos a recorrer el valor de los parámetros será el siguiente:

Nombre	Descripción	F.anticip.	F.rechazo	Planific.	L.Lanzam.	L.Confir.
G.1	MPS/C/A	0	15	P1	3	10
G.2	MPS/C/B	5	15	P2	3	10
G.3	MPS/C/C	5	15	P2	3	10
G.4	MPS/F/A	0	15	P3	10	10
G.5	MPS/F/B	5	15	P4	10	10
G.6	MPS/F/C	5	15	P4	10	10
G.7	MRP/C/B	10	15	P5	3	5
G.8	MRP/C/C	15	15	P6	3	5
G.9	MRP/F/B	10	15	P7	10	5
G.10	MRP/F/C	15	15	P8	10	5

Diagrama EPC 14 – Parametrización política de orden



SI ¿Selección de política? Y (¿Política = cantidad fija? O EXCLUSIVO ¿Política = semana fija? O EXCLUSIVO ¿Política = mes fijo?) Y ¿Elegir modificadores? ENTONCES Parametrización política de orden

Según los grupos de planificación y los correspondientes caminos a recorrer el valor de los parámetros será el siguiente:

Nombre	T.política	Semanas	Meses
G.1	E		
G.2	W	2	
G.3	W	2	
G.4	E		
G.5	W	1	
G.6	W	1	
G.7	M		1
G.8	M		2
G.9	W	2	
G.10	M		1

El parámetro Cantidad no tendrá nunca valor, ya que no se utiliza la política cantidad fija. El parámetro Cantidad Máxima, no tiene, en ningún caso, un valor definido en la taxonomía. El parámetro Cantidad Mínima, no tendrá un valor definido, pero debe asociársele una ayuda que indique que se debe utilizar para cada artículo, en el caso de compras, el valor dado como lote mínimo del proveedor preferente y en el caso de fabricación, el lote mínimo calculado de fabricación.

5 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Conviene recordar el objetivo inicial de este trabajo de investigación que enunciábamos de la manera siguiente:

Crear un asistente de parametrización de sistemas ERP que aúne las funcionalidades de los sistemas de parametrización actuales con funcionalidades dotadas de cierta inteligencia en la ayuda y tutorización de procedimientos, estableciendo así mismo el marco metodológico adecuado para la creación de contenidos procedimentales, estructurados y formalizados, soportados por dicho sistema.

Podemos concluir que, lo pretendido inicialmente, se ha logrado de una manera efectiva ya que hemos realizado una propuesta de arquitectura que integra varios módulos con inteligencia con sistemas ERP existentes en el mercado. Así mismo, hemos construido una metodología de creación de contenidos para dichos módulos con un enfoque sistemático, formal, preciso y, sobre todo, eficaz, mostrando la validez de la propuesta con la construcción de un prototipo que implementa un sistema concreto, basado en dicha arquitectura y utilizando dicha metodología para dotarle de contenidos.

Durante el desarrollo del trabajo, se han obtenido una serie de conclusiones como consecuencia directa de la misma y de las dificultades que se han ido resolviendo. Estas conclusiones que ponen de relevancia los puntos clave se resumen en las siguientes:

- ? **Existe una necesidad de herramientas que ayuden en la importante tarea de parametrización de los sistemas ERP de forma inteligente pero sin prescindir de la capacidad del humano para tomar decisiones, en un ámbito, el empresarial, en el que la Inteligencia Artificial es poco utilizada.**

El uso de sistemas ERP para la gestión empresarial permite la personalización de los flujos de trabajo y proporciona la posibilidad de configuración del sistema mediante un proceso de parametrización del mismo que se debe abordar antes de su uso, es decir, en fase de implantación. Los sistemas ERP proporcionan así una vasta gama de elecciones estratégicas y de posibilidad de personalización superando la rigidez de sistemas precedentes y garantizando, además, mejores resultados de negocio y menores costes de mantenimiento y actualización. Para que esto sea posible es fundamental la forma de parametrizar el sistema. Para instalar y parametrizar correctamente el sistema, se suele requerir de la ayuda de integradores expertos, tanto del sistema como del funcionamiento y estrategia de la empresa utilizadora del mismo. Además, toda la información necesaria para llevar a buen puerto este proceso se encuentra fragmentada, dado su extensión y atomización, entre distintos expertos. Por tanto es necesario diseñar procedimientos, herramientas y técnicas que ayuden a realizar esta tarea. El asistente fruto de este trabajo nace para cumplir este objetivo y cubrir esta carencia, dotando de inteligencia a un proceso complejo y cuyas consecuencias son vitales para el éxito del negocio, en un ámbito en el que la Inteligencia Artificial apenas se conoce, el ámbito empresarial

Nuestra propuesta implica el uso de un sistema inteligente que ayuda al humano en la realización de una tarea compleja, pero sin prescindir de la capacidad de este para percibir, razonar y actuar ya que interactúa con él proporcionándole información útil en cada momento, presentándole posibles recorridos del proceso y proponiéndole valores personalizados según sus preferencias y estrategia empresarial.

- ? **La definición del asistente propuesta en este trabajo supone un gran avance arquitectural integrándose en la política de mejora continua y disminuyendo el tiempo de los procesos de implantación de sistemas ERP.**

La arquitectura aquí propuesta utiliza las ventajas de los Sistemas Basados en el Conocimiento, en concreto los Sistemas Inteligentes de Tutorización (SIT) y de los Sistemas de Ayuda Inteligente (SAI). Para que estos sistemas se comporten inteligentemente, además de poseer conocimientos fieles a la realidad deben ser capaces de utilizarlos eficientemente al realizar inferencias. Los sistemas basados en reglas son los más comúnmente utilizados para realizar estas inferencias por su simplicidad y similitud con el razonamiento humano, por lo que sus características y arquitectura se han tenido en cuenta para realizar este trabajo.

Nuestro asistente tiene una arquitectura parecida a los sistemas estudiados: una interfaz interactiva y amigable con el usuario, un módulo estructurado de

conocimientos procedimentales, un módulo del usuario que permita tratamientos personalizados y un modulo similar al del tutor, en los SIT, que guía de forma inteligente a través de los conocimientos procedimentales, el proceso de parametrización de los sistemas ERP. Presenta la novedad, en comparación con los SIT y SAI, de un módulo de calidad integrado que retroalimenta al sistema y sugiere mejoras. La necesaria flexibilidad empresarial implica redefinir los elementos que la constituyen y sus características para poder mantener o aumentar su propio nivel de prestaciones, frente a los cambios del ambiente y del entorno. De este modo es necesario realizar una gestión de la calidad permanente, para alcanzarla y mantenerla, como parte de un proceso de mejora continua. De ahí que nuestro trabajo integre un módulo de calidad que permita el control de calidad continuo, de forma que el asistente inteligente proponga la revisión constante de la parametrización inicial del sistema para adecuarse a los cambios. Por tanto, nuestro asistente no solo será útil durante el desarrollo del proyecto de implantación del sistema ERP, sino que deberá ser utilizado a lo largo de todo su ciclo de vida, proporcionando una evolución continua en la optimización del ERP. Esta actividad no se realiza actualmente por el desconocimiento de los usuarios utilizadores de las tareas de parametrización y su significado. La definición de un módulo de calidad implica establecer unos criterios e índices de calidad a aplicar y relacionarlos con la parametrización realizada en el sistema. Este conocimiento debe ser integrado en el dominio inicialmente, siendo más sencillo construirlo a partir del conocimiento experto a la vez que el necesario para las tareas de parametrización durante la implantación.

Además la arquitectura posee un flujo directo de comunicación con el sistema ERP que permite formalizar las decisiones de parametrización realizadas por el usuario y por el asistente y la posterior carga automática de esta estructura en el sistema ERP. Esta funcionalidad disminuirá el tiempo total de los proyectos de implantación ya que las fases de instalación del paquete y de parametrización podrían realizarse en paralelo, puesto que el asistente obtiene la estructura de parametrización sin necesidad de instalar el sistema ERP.

- ? **Es fundamental para el desarrollo de sistemas procedimentales tener una metodología que permita generar contenidos de una manera eficaz y con criterios de ingeniería y que los represente mediante modelos de fácil y rápida creación.**

Entendiendo por ingeniería “el conjunto de métodos, técnicas y herramientas para el diseño, construcción y utilización de productos diversos”, también el desarrollo de contenidos procedimentales, como los que se manejan en la arquitectura propuesta, debería abordarse utilizando un enfoque ingenieril que

suponga el establecimiento de un método riguroso de trabajo basado en una descomposición del proceso de creación de contenidos en varias fases en las que se aplique un conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas.

En nuestro caso es fundamental establecer una metodología estricta ya que debemos construir un conocimiento procedimental fragmentado entre distintas personas, con distintos formatos y en varios modelos (modelo de procesos de negocio, modelo de datos del ERP). Además es necesario por las características de la tarea de nuestro asistente: integrar procesos con información para facilitar la toma de decisiones. Analizar, diseñar, crear y gestionar este tipo de contenidos es muy difícil careciendo de un método riguroso y preciso.

Siempre que se quiere capturar datos e información de la realidad circundante es necesario recurrir a modelos que simplifiquen la difícil, compleja y difusa estructura con la que estos se muestran. Dichos modelos tienden a simplificar y esquematizar dicha estructura haciendo que sea más fácil su manejo a través de procesos automáticos. La dificultad radica en construir modelos que sean lo más completos posibles sin aumentar de manera significativa su complejidad. En nuestro caso son los procesos de negocio y su información relativa los que tenían que ser modelados en forma de reglas que guiaran el proceso de parametrización y conseguir esto de una manera fiable y, más o menos rápida, tarea que ha sido siempre el cuello de botella de los Sistemas Expertos. El poseer una técnica, inmersa dentro de una metodología, como soporte gráfico y en lenguaje estándar para la representación de modelos es fundamental a la hora de recoger y sintetizar la información dispersa por manuales, libros, en las propias personas expertas, etc.

El uso, en el escenario de este trabajo, de la técnica gráfica EPC y la herramienta de software integrada ARIS que la soporta, facilita el trabajo de extracción del conocimiento, ya que son utilizadas internacionalmente por expertos y empresas para proyectos de ingeniería de procesos de negocios. Además proporcionan funciones para la validación del modelo y para la generación automática de datos sobre los elementos del mismo que permitan formalizarlo en lenguaje XML y en reglas de conocimiento. La representación formal elegida en este trabajo ha sido el lenguaje de marcado XML, por su amplio y creciente uso en entornos científicos y empresariales, su sencillez y sus prestaciones y su reconocimiento como un estándar para el intercambio de información a través de medios telemáticos. Con estas bases creemos posible el obtener unos grados de rendimiento a la hora de capturar e implementar reglas superiores a los logrados hasta la fecha.

- ? **El éxito de un sistema ERP depende de una parametrización particularizada para cada organización y su propia estrategia empresarial, para lo cual nuestro asistente personalizará su interacción con el usuario y sus decisiones y propuestas en base una taxonomía empresarial adecuada.**

La necesaria flexibilidad y adaptabilidad empresarial conduce a la posible definición y uso de distintas estrategias empresariales, distintos modelos de explicación, pronóstico y decisión unidos a métodos de planificación, dirección y control aplicables a distintas situaciones. Este entorno conduce a la clasificación de las empresas en base a distintos factores que pueden influir en su estrategia empresarial y determinar su flujo de trabajo. Es decir, la elección de una taxonomía empresarial que ayude a definir sus procesos adaptados a los distintos tipos de problemas y situaciones, será condición necesaria para el éxito.

La necesidad de crear una taxonomía, como la definida en este trabajo, nace para agrupar las diferentes empresas posibles utilizadoras de sistemas ERP según la estrategia empresarial que guíe el uso de dicho sistema y, por tanto, su parametrización. El asistente la utilizará para definir de forma inteligente parámetros y condiciones de las reglas de producción del dominio que conformarán la parametrización del sistema ERP y, por tanto, para facilitar la consecución de la estrategia empresarial en cada caso.

Para cada uno de los tipos de la taxonomía definida es importante establecer soluciones diseñadas a medida de los estándares o mejores prácticas, procesos y retos específicos de cada sector, teniendo en cuenta la visión de las necesidades y características de procesos sectoriales específicos y optimizando las estrategias y procesos de negocio con estructuras de soporte efectivas que garantizan el intercambio y la disponibilidad de la información a través de las técnicas y herramientas ya especificadas.

El trabajo de investigación de esta tesis continúa el desarrollado por otros investigadores, ya citados, relativo a la aplicación de la Inteligencia Artificial y la Ingeniería Lingüística del Conocimiento, pero deja, todavía, abiertos algunos aspectos importantes. Como continuación del trabajo aquí expuesto podemos establecer varias líneas futuras de investigación: la aplicación de la arquitectura y metodologías propuestas a otros ámbitos técnicos y empresariales; la extensión de la metodología al uso de otras técnicas y herramientas de formalización y validación que mejoren su interoperabilidad; la construcción de otros dominios de conocimiento relativos a distintos procesos empresariales e, incluso, a otros sistemas ERP, además de los utilizados en el prototipo; la ampliación de la creación y aplicación de taxonomías empresariales; la mejora del sistema de calidad; y la adaptación y gestión de los contenidos informativos.

Los objetivos que nos hemos planteado en este sentido y una breve descripción de estos trabajos futuros se detallan a continuación.

1. Aplicación de la arquitectura y metodologías propuestas a otros ámbitos técnicos y empresariales. Entre estos ámbitos podemos especificar los siguientes:

- ? Asistente para la configuración del hardware y el software de base en ordenadores personales o de negocio. Este sistema determinaría la mejor configuración de hardware y software de base mediante reglas de producción que formalizarían una gran base de conocimiento con recomendaciones, requisitos del cliente, configuraciones pasadas, restricciones y dependencias. Una vez obtenida la configuración la enviaría a la sección comercial que recibiría los datos del cliente, la fecha de obtención de la configuración, los requisitos iniciales que solicitó el cliente, un diagrama del producto que mostraría la forma apropiada de configurar el equipo y detalles técnicos de cada elemento de la configuración. Este sistema debería también prever la retroalimentación, es decir, los problemas que le surjan a los clientes con sus equipos se formalizan y almacenan en la base de conocimientos y se utilizan en las configuraciones futuras, seleccionando entre las posibles configuraciones aquellas de menor coste, mayor fiabilidad y mayores prestaciones.
- ? Aplicación dentro del área financiera, como la definición de presupuestos. Un asistente como el aquí propuesto crearía un dominio de conocimiento con reglas y sus dependencias que indicarían cuáles son las mejores decisiones sobre la asignación de recursos en base a varios años de información histórica. Se podría establecer un módulo de calidad que midiera resultados y cuantificara la eficiencia, comparando el dinero real gastado y necesitado con el dinero asignado.
- ? Configuración de productos manufacturados. El proceso de ingeniería de productos, en este caso la fase de configuración previa al montaje final, consiste en obtener productos personalizados y con funcionalidades diferentes en función de unas normas establecidas partiendo de un conjunto de productos componentes. Por tanto, configurar consiste en seleccionar elementos que se utilizan en el montaje del producto final para obtener funcionalidades diferentes. Un sector donde sería muy útil sería el área de telefonía acceso-radio, en la que el experto decide condiciones, premisas, opciones configurables, etc. de un producto final, según cada pedido de cada cliente, aunque también se podría aplicar a sectores más cotidianos como

coches o muebles. Las condiciones de configuración se basan en la existencia de los siguientes elementos, individuales o agrupados, combinados de muchas formas y presentes en distintos niveles del producto: básicos, deben ir siempre presentes en el producto final; opcionales, pueden ir o no de forma independiente o dependiendo de otros según reglas definidas; alternativos, dentro de una selección de ítems solo es posible elegir uno o varios entre un conjunto definido. El análisis lingüístico de los manuales y el conocimiento de expertos que establecen las normas y las agrupaciones y tipos de elementos producirá un conjunto de reglas semánticas que utilizarán los operadores lógicos condicionando la estructura del producto final en sus distintos niveles de fabricación. Además podría integrarse con otras funciones de los sistemas ERP, como el proceso de ofertas, el control de capacidades, la planificación de órdenes de producción y de compra y la planificación a largo plazo que incluye la gestión de las previsiones comerciales.

- ? Sistemas para el archivo de documentación y bibliotecas, en las que el asistente guiaría al experto en las decisiones sobre la estructura del archivo según una serie de parámetros y el establecimiento de la medida y la altura de estantes y librerías para optimizar el espacio. En este asistente sería muy útil la función de mejora continua, ya que la inserción de nuevos elementos es constante y, por tanto, es necesaria reconfigurar la estructura para que sea eficiente.
2. **Extensión de la metodología al uso de otras técnicas y herramientas de formalización y validación que mejoren su interoperabilidad.** Frente al alto número de diferentes lenguajes y técnicas de modelado de procesos y herramientas CASE presentes en el mercado, se podrían analizar y diseñar otras interfaces entre nuestro asistente y estos productos para mejorar su interoperabilidad.
 3. **Construcción de otros dominios de conocimiento relativos a distintos procesos empresariales e, incluso, a otros sistemas ERP, además de los utilizados en el prototipo.** Este trabajo continuaría con la formalización y validación del total de subdominios que cubren el completo proceso de negocio que gestiona SAP R/3. Podría ampliarse a otros sistemas ERP, que aunque básicamente realizan las mismas funciones pueden contener parámetros diferentes. El uso del asistente para otros sistemas ERP supondría no solo el análisis y construcción de diferentes contenidos sino, además, el desarrollo de interfaz de comunicación de datos en los dos sentidos: recogida y validación de usuarios y carga automática de parámetros. También sería posible desarrollar asistentes similares al aquí propuesto para la parametrización de otras

aplicaciones empresariales complejas como CRM (Customer Relationship Management) y el control del nivel de fábrica en tiempo real.

- 4. Ampliación de la creación y aplicación de taxonomías empresariales.** Dentro de este aspecto sería interesante definir otras taxonomías empresariales que guiaran al asistente según el tipo de empresa que lo utilice. En este trabajo hemos desarrollado una taxonomía por sectores, pero podría desarrollarse otra por dimensión, en el que se distinga entre pequeña, mediana y gran empresa, e, incluso, una combinación sector/dimensión que ayudaría a que el asistente pudiera establecer muchos parámetros por defecto sin necesidad de la intervención del usuario. La estrategia de las empresas pequeñas y medianas necesita, independientemente del sector, unas soluciones sencillas, escalables y potentes, por lo que cierta parametrización será similar para todas ellas. Debe cubrir los requisitos empresariales más comunes relativos a contabilidad, generación de informes, compras y ventas, siendo fundamental la simplicidad y facilidad de uso.
- 5. Mejora del sistema de gestión de calidad.** El sistema desarrollado en la arquitectura de nuestro asistente podría mejorarse añadiendo un submódulo de gestión de la configuración que mantuviera las distintas versiones de parametrización de cada empresa e identificara los cambios que se introducen en cada versión. Debería poder comparar versiones no solo entre las de la misma empresa sino entre una empresa y otra y recoger el motivo de cada cambio, sus consecuencias, fecha, responsables, etc. Incluso debería tener funciones de vuelta atrás en los casos en que un cambio produjera resultados inesperados y no deseados. Por otro lado se podría mejorar la metodología de creación de los contenidos de usuario relativos a las métricas de calidad analizando el trabajo realizado en [Herrera et al., 2003] y [Sanchez et al., 2005], ya descrito en el capítulo 2, en el que se definirían criterios, utilizando lógica difusa y procesos de decisión lingüística, para la valoración de proyectos de implantación de sistemas ERP. Sería posible utilizar esta misma técnica para definir los criterios, no para la implantación, sino para el resultado del uso del sistema e integrar esta definición con la estructura de conocimiento definida en esta tesis.
- 6. Adaptación y gestión de contenidos informativos.** Nuestro asistente debe proporcionar información adicional multimedia que sirva para explicar las decisiones tomadas o para ayudar al usuario a tomarlas. Esta información en diversos formatos (texto, video, audio, etc.) está asociada a parámetros y reglas a través de los objetos de información. Estos objetos, cuyo contenido proviene de la documentación existente y del conocimiento de los expertos, puede considerarse como material docente. Existen numerosos estudios en el ámbito del e-learning sobre las características que deben cumplir los objetos docentes.

Sería conveniente aplicar los estándares existentes sobre la definición y estructura de los objetos educativos, como el LOM (Learning Object Metadata) de IEEE o SCORM, a nuestros contenidos. Las ventajas de tal adaptación son evidentes, por ejemplo la posibilidad de ser utilizados e integrados en otros ámbitos como la formación de los empleados, tanto de la empresa creadora del sistema ERP como de la utilizadora, y la facilidad de transporte (portabilidad) a otras plataformas informáticas. Permitiría, también, que estos materiales formaran parte de repositorios de objetos y contenidos docentes existentes (por ejemplo MERLOT o GEM) o, incluso, la creación de repositorios propio. Esta última posibilidad sería muy interesante para empresas consultoras en proyectos de implantación de sistemas ERP, ya que podrían proporcionar estos repositorios a sus clientes y utilizarlos en su trabajo de asesoría, aprovechando sus facilidades de búsqueda y gestión de contenidos.

6 BIBLIOGRAFÍA

[Aalst, 1999]

W.M.P. van der Aalst. "Formalization and Verification of Event-driven Process Chains". En: Information and Software Technology, vol.41, n.10, pp.639-650, 1999.

[Aalst y Hofstede, 2002]

W.M.P. van der Aalst y A.H.M. ter Hofstede. "Workflow Patterns: On the Expressive Power of (Petri-net-based) Workflow Languages". En Proceedings of the Fourth Workshop on the Practical Use of Coloured Petri Nets and CPN Tools (CPN 2002), vol.560 of DAIMI, pp.1-20. Aarhus: University of Aarhus, 2002.

[Aberg y Shahmehri, 2001]

J.Aberg y N.Shahmehri. "An Empirical Study of Human Web Assistants: Implications for User Support in Web Information Systems". En Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.404-411. Seattle, Washington, USA: ACM Press, 2001.

[Acs y Audretsch, 1990]

Z.Acs y D.Audretsch. "Innovation and Small Firms". Cambridge: The MIT Press, 1990.

[Allen et al., 2002]

D.Allen et al. "ERP Critical Success Factors: an exploration of the contextual factors in public sector institutions". En Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences, 2002.

[Al-Mashari, 2001]

M.Al-Mashari. "Process Orientation Through Enterprise Resource Planning (ERP): A Review of Critical Issues". En Knowledge and Process Management, vol.8, n.3, pp.175-185, 2001.

[Anderson et al., 1987]

J.R.Anderson et al. "Cognitive principles in the design of computer tutors". En Modeling Cognition. P.Morris (ed.), pp.93-134. New York: Wiley, 1987.

[Anderson y Reiser, 1985]

J.R.Anderson y B.J.Reiser. "The LISP tutor". Byte, n.10, pp.159-175, 1985.

[Andreu y Ciborra, 1996]

R.Andreu y C.Ciborra. "Organisational Learning and Core Capabilities Development: The Role of IT". En Journal of Strategic Information Systems, n. 5(2), pp. 111-127. Elsevier Science BV, 1996.

[Arrow, 1974]

K.J.Arrow. "The Limits of Organization". New York: W.W. Norton & Co., Inc., 1974.

[Bagchi et alt., 2003]

S.Bagchi et alt. "Modeling use of enterprise resource planning systems: a path analytic study". En European Journal of Information Systems, n.12, pp.142-158, 2003.

[Barr y Feigenbaum, 1981]

A.Barr y E.A.Feigenbaum. "The Handbook of Artificial Intelligence". Vol. 1, 2 y 3. Los Altos, CA: William Kaufmann, 1981.

[Batman, 1999]

J.Batman. "Characteristics of an Organization with Mature Architecture Practices." [online]. En Essays on Software Architecture of Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University, 1999. [Consulta: 27 noviembre 2005]. <http://www.sei.cmu.edu/architecture/essays.html>.

[Benavente, 1992]

M.Benavente. "Las tecnologías de la información y su impacto en las PYMES: comportamiento y tipología de empresas". Madrid: Ed. Fundesco, 1992.

[Berg et alt., 1997]

T.Berg et alt. "Next Generation Enterprise Applications". Gartner Group (ed.). Documento R-ITD-117, 1997.

[Booch et alt., 1999]

G.Booch et alt. "The UML Modeling Language User Guide". Boston, MA.: Addison-Wesley, 1999.

[Brandt, 2005]

W.Brandt. "Innovation and Growth in Enterprise Application Software". En CSFB European Technology Conference 2005. Barcelona, 2005.

[Brusilovsky, 1993]

P.Brusilovsky. "Student as user: Towards an adaptative interface for an intelligent learning environment". En P.Brna, S.Ohlsson y H.Pain (eds.) Proceedings of the AI-ED'93 , World Conference on Artificial Intelligent in Education. AACE, Charlottesville, pp.386-393, 1993.

[Brusilovsky, 1997]

P.Brusilovsky. "Integrating hypermedia and intelligent tutoring technologies: from systems to authoring tools". En P.Kommers, A.Dovgiallo, V.Petrushin y P.Brusilovsky

(eds.) New media and telematic technologies for education in Eastern European countries, Twente University Press, Enschede, pp.129-140, 1997.

[Brusilovsky, 1999]

P.Brusilovsky. "Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education". En C.Rollinger y C.Peylo (eds.) Künstliche Intelligenz, Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, n.4, pp.19-25, 1999.

[Brusilovsky, 2003]

P.Brusilovsky. "Adaptive Navigation Support in Educational Hypermedia: the Role of Student Knowledge Level and the Case for Meta-Adaptation". En British Journal of Educational Technology, vol.34, issue 4, pp. 487, 2003.

[Brusilovsky, 2004]

P.Brusilovsky. "Adaptive Help Systems". En W. S. Bainbridge (ed.) Berkshire Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Great Barrington, MA: Berkshire Publishing Group, 2004.

[Brusilovsky et al., 1996]

P.Brusilovsky et al. "ELM-ART: An intelligent tutoring system on World Wide Web". En C.Frasson, G.Gauthier and A.Lesgold (eds.) Intelligent Tutoring Systems. Lecture Notes in Computer Science, 1086, (Proceedings of Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS-96, Montreal), pp.261-269. Berlin: Springer Verlag, 1996.

[Brusilovsky y Schwarz, 1997]

P.Brusilovsky y E.Schwarz. "User as student: Towards an adaptive interface for advanced web-based applications". En Proceedings of the Sixth International Conference on User Modeling, UM97, Sardinia, Italy, 1997.

[Buchanan, 2002]

G.B.Buchanan. "Brief history of Artificial Intelligence" [on-line]. University of Pittsburgh, 2002. [Consulta: 31 septiembre 2004]. <http://www.aaai.org/Pathfinder/bbhist.html>

[Burns y Stalker, 1961]

T.Burns y M.Stalker. "The Management of Innovation". London: Tavistock, 1961.

[Caldwell y Clarkson, 2000]

N.Caldwell y J.Clarkson. "Web-Based Knowledge Management for Distributed Design". En IEEE Intelligent Systems, pp.40-47, mayo-junio, 2000.

[Calamandrei, 1998]

D.Calamandrei. "Organizzarsi per la globalità- Atteggiamento delle imprese nella competizione internazionale". Milán: FrancoAngeli editore, 1998.

[Carmona et al., 2002]

C.Carmona et al. "An adaptive Web-based tutorial of agrarian economy". En P. Brusilovsky, N. Henze and E. Millán (eds.) Proceedings of Workshop on Adaptive Systems for Web-Based Education at the 2nd International Conference on Adaptive

Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'2002) Proceedings, Málaga, Spain, pp.57-67, 2002.

[Castells, 1998]

M.Castells. "La era de la información: Economía, sociedad y cultura". Vol I: La sociedad red. Madrid: Siglo XXI, 1998.

[CCE, 2000]

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. "E-Learning. Concebir la educación del futuro" [online]. Comunicación de la Comisión. Bruselas, 25 mayo 2000. Referencia: Bruselas 25.5.2000 COM(2000) 318 Final. [Consulta: 21 octubre 2005]. <http://europa.eu.int/comm/education/programmes/elearning/comes.pdf>.

[Chalmeta, 1999]

R.Chalmeta. "Arquitectura de referencia para la organización integrada de la empresa". Castellón de la Plana: Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad Jaume I, 1999.

[Chandler, 1962]

A.D.Chandler. "Strategy and structure". Cambridge: MIT Press, 1962.

[Coda, 1988]

V.Coda. "L'orientamento strategico dell'impresa". Torino: UTET, 1988.

[Coello y Castillo, 1999]

C.A.Coello y M.G.Castillo. "Uso de Técnicas de Inteligencia Artificial para Aplicaciones Financieras". En Soluciones Avanzadas. Tecnologías de Información y estrategias de Negocios, año 7, n.75, pp.16-20, 1999.

[Coughlin, 2005]

M.Coughlin. "IDC's Worldwide Services Taxonomy". Documento #32904 del área Industry Development and Models. IDC, 2005.

[Cox, 1996]

E.Cox. "A Fuzzy System for Detecting Anomalous Behaviors in Healthcare Provider Claims". En Intelligent Systems for Finance and Business, pp. 111-134, John Wiley y Sons, 1996.

[?Cuenca, 1997]

J.Cuenca. "Sistemas Inteligentes. Conceptos, técnicas y métodos de construcción.". Madrid: Servicio de publicaciones de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, 1997.

[Davenport, 1993]

T.H.Davenport. "Process innovation". Boston: Harvard Business Press, 1993.

[Davenport, 1998]

T.H.Davenport. "Putting the Enterprise into the Enterprise System". En Harvard Business Review, vol.4, n.76, pp.121-131. Harvard Business School Publishing, 1998.

[Davenport, 2000]

T.H.Davenport. "Mission Critical: Realising the Promise of Enterprise Systems". Boston: Harvard Business School Press, 2000.

[Davenport y Prusak, 1997]

T.H.Davenport y L.Prusak. "Information ecology: Mastering the information and knowledge environment". London: Oxford University Press, 1997.

[Davis et al., 1993]

Davis et al. "What is a knowledge representation?". En AI Magazine, n.14(1), pp. 17,33. American Association for Artificial Intelligence (AAAI), 1993.

[Dezi, 2000]

L.Dezi. "Economia e governo delle imprese. Funzioni, strumenti, tecniche". Cedam, 2000.

[Diez, 2006]

T.I.Diez. "Un Entorno Aplicativo para Agentes Inteligentes en Manufactura Flexible". Tesis doctoral de la Universidad de Alcalá, 2006.

[Domingue y Motta, 2000]

J.Domingue y E.Motta. "PlanetOnto: From News Publishing to Integrated Knowledge Management Support". En IEEE Intelligent Systems, pp.26-31, mayo-junio, 2000.

[Dominguez, 2005]

M.J.Dominguez. "LKE una metodología para la adquisición del conocimiento en los sistemas expertos". Tesis doctoral de la Universidad de Alcalá, 2005.

[Dubois et al., 1995]

P.Dubois et al. "New technologies and post-taylorist regulation models. The introduction and use of production planning systems in French, Italian and German enterprises". En The new division of labour, pp.287-315. New York: De Gruyter, 1995.

[Dutta y Shekhar, 1988]

S.Dutta y S.Shekhar. "Bond rating: A non-conservative application of neural networks". En Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, San Diego, California, 1988.

[Erlandsen y Holm, 1987]

J.Erlandsen y J.Holm. "Intelligent Help Systems," Information and Software Technology, vol.29, n.3, pp.115-121, 1987.

[Ernst, 1992]

D.Ernst y D.O'Connor. "Competing in the Electronics Industry. The Experience of Newly Industrialising Economies". En Development Centre Studies. Paris: OECD, 1992.

[Fariñas et al., 1992]

J.C.Fariñas et al. "La Pyme industrial en España". Madrid: Editorial Cívitas, 1992.

[Fernandez-Manjon, 2001]

B.Fernandez-Manjon. "Sistemas de ayuda inteligente para entornos informáticos complejos". En *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, n.12, pp.59-67, 2001.

[Fischer, 1999]

G.Fischer. "User Modeling: The Long and Winding Road". En *Proceedings of the Seventh International Conference on User Modeling (UM99)*, Banff, Canada, pp.20-24, 1999.

[Fischer et al., 1985]

G.Fischer et al. "Knowledge-based Help Systems". En *Proceedings of the CHI85 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.161-167, 1985.

[Ford, 1987]

L.Ford. "Teaching strategies and tactics in intelligent computer aided instructions". En *Artificial Intelligence, review 1*, pp.201-215, 1987.

[Fowler, 2000]

A.Fowler. "The role of AI-based technology in support of the knowledge management value activity cycle". En *The Journal of Strategic Information Systems*, n.9(2-3), pp.107-128, 2000.

[Gailbraith, 1973]

J.R.Galbraith. "Designing Complex Organizations". Reading, MA: Addison-Wesley, 1973.

[Giachetti et al., 2004]

R.E.Giachetti et al. "A Research Framework for Operationalizing Measures of Enterprise Integration" [on-line]. Presentación de: 2004 International Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology (ICEIMT'04). Universidad de Toronto, Canada. Octubre, 2004. [Consulta: 16 septiembre 2005]. <http://www.eil.utoronto.ca/ICEIMT04/program.html>.

[Giarretano, 1989]

J.Giarretano. "Expert Systems: Principles and Programming". Boston: PWS-Kent Publishing Company, 1989.

[Goldberg et al., 2003]

H.Goldberg et al. "The NASD Securities Observation, News Analysis and Regulation System (SONAR)". En *Proceedings of The Fifteenth Annual Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence (IAAI03)*, 2003.

[Goonatilake, 1996]

S.Goonatilake. "Intelligent Systems for Finance and Business: An Overview". En *Intelligent Systems for Finance and Business*, pp.1-28, John Wiley y Sons, 1996.

[Granlund y Malmi, 2002]

M.Granlund y T.Malmi. "Moderate impact of ERPS on management accounting: a lag or permanent outcoming?". En *Management Accounting Research*, vol.13, n.3, pp.299-231. Academic Press, 2002.

[Guida y Tasso, 1994]

G. Guida y C.Tasso. "Design and Development of Knowledge Based Systems". England: John Wiley & Sons, 1994.

[Harmon y King, 1988]

P.Harmon y D.King. "Sistemas expertos. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial a la actividad empresarial". Madrid: Díaz de Santos, 1988.

[Hayes-Roth, 1994]

F.Hayes-Roth. "Architecture-based acquisition and development of software: Guidelines and recommendations from the ARPA Domain-Specific Software Architecture (DSSA) program". Palo Alto: Teknowledge Federal Systems, 1994.

[Hecking et alt., 1988]

M.Hecking et alt. "The Sinix Consultant - A progress report". Memo n.28, University of Saarln des, Saarbrücken, Alemania, 1988.

[Hedman y Kalling, 2002]

J.Hedman y T.Kalling. "IT and Business Models". Malmö, Suecia: Liber, 2002.

[Herrera et alt., 2003]

F.Herrera et alt. "A Linguistic Decision Process for Evaluating the Installation of an ERP System". En *Proceedings of 9th International Conference on Fuzzy Theory and Technology*, Florida, EEUU, pp. 164-167, 2003.

[Hickman et alt., 1989]

F.Hickman et alt. "Analysis for Knowledge-Based Systems: A Practical Guide to the KADS Methodology". England: Ellis Horwood, 1989.

[Hitt, 1999]

L.M.Hitt. "Information technology and firm boundaries: Evidence from panel data". En *Information Systems Research*, n.10(2), pp.134-149, 1999.

[Holder, 1994]

V.Holder. "Tackling insider dealing with fuzzy logic". En *Financial Times*, n.29, 1994.

[IEEE, 2001]

IEEE P1484.1/D9 2001-11-30. "Draft Standard for Learning Technology — Learning Technology Systems Architecture (LTSA)", 2001.

[IMAGINATION ENGINES, 2002]

IMAGINATION ENGINES. "IEI's Patented Creativity Machine Paradigm" [online]. IEI, 2002. [Consulta: 16 marzo 2004]. <http://www.imaginationengines.com/technologies/cm.htm>.

[INTERTEK GROUP, 1995]

INTERTEK GROUP. "Adaptive Computational Methods in Retail Banking and Finance". En Proceedings of Parallel Applications in Statistics and Economics (PASE95), 1995.

[Jackson, 1990]

P.Jackson. "Introduction to Expert Systems". Massachusetts: Addison-Wesley, 1990.

[Jones y Virnou, 1991]

J.Jones y M.Virnou. "User modelling and advice giving in intelligent help system for Unix". En Information and Software Technology, vol.3, n.2, pp.121-133, 1991.

[Jorgensen, 2003]

H.D.Jorgensen. "Formal Process Modelling". Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2003.

[Kahn, 1991]

B.Kahn. "Os computadores no ensino da ciencia.". Publicações Dom Quixote, 1991.

[Kay, 2001]

A.Kay. "Artificial Neural Networks". En Framingham US Computer world, vol.35, n.7, pp. 60, 2001

[Kéller et alt., 1992]

G.Keller et alt. "Semantische Processmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Processketten (EPK)". Ver öffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 89. Saarbrücken: University of Saarland, 1992.

[Kingston, 1994]

J.Kingston. "Linking Knowledge Acquisition with CommonKADS Knowledge Representation". Technical report AIAI-TR-156, Artificial Intelligence Applications Institute, University of Edinburgh, 1994.

[Klaus et alt., 2000]

H.Klaus et alt. "What is ERP?". En Information Systems Frontiers, vol.2, n.2, pp.142-162, 2000.

[Kremer, 2001]

R.Kremer. "Artificial Intelligence" [online]. University of Calgary, 2001. [Consulta: 25 octubre 2005]. <http://sern.ucalgary.ca/courses/CPSC/533/W99/intro/tsld024.htm>.

[Llata et alt., 2000]

J.R.Llata et alt. "Aplicación de Inteligencia Artificial en Sistemas Automatizados de Producción". En Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, n.10, pp100-110, 2000.

[Lowrence y Lorsch, 1967]

P.R.Lowrence y J.W.Lorsch. "Organization and Environment". Boston: Graduate School of Business Adrnistration, Harvard University, 1967.

[Lozano y Fuentes, 2004]

M.C.Lozano y F.Fuentes. "La Inteligencia Artificial aplicada a la toma de decisiones en la Empresa de Internet". En Documentos de Trabajo en Análisis Económico, vol.3, n.10, 2004.

[Mahdjoubi, 1997]

D.Mahdjoubi. "The Matrix Taxonomy for Industrial Classification Systems" [on-line]. [Consulta: 9 enero 2005]. http://www.gslis.utexas.edu/~darius/mtx_tax/mtx_tax.html.

[Malerba y Orsenigo, 1995]

F.Malerba y L.Orsenigo. "Schumpeterian patterns of innovation". En Cambridge Journal of Economics, n.19, pp. 47-75. Oxford: Oxford University Press, 1995.

[Markus et alt., 2001]

M.L.Markus et alt. "Learning from adopters' experiences with ERP: problems encountered and success achieved". En Enterprise Systems: ERP Implementation and Effectiveness, 2001.

[Markus y Tanis, 2000]

M.L.Markus y C.Tanis. "The Enterprise System Experience – From Adoption to Success". En Framing the Domains of IT Research: Glimpsing the Future Through the Past, pp.173-207. Cincinnati, OH: Pinnaflex Educational Resources, 2000.

[Marchionini, 1995]

G.Marchionini. "Information Seeking in Electronic Enviroments". Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

[Martínez, 2004]

J.J.Martínez. "Propuesta arquitectural y metodológica para la integración de un módulo inteligente de tutorización en sistemas de aprendizaje basados en Internet". Tesis doctoral de la Universidad de Alcalá, 2004.

[McArthur et alt., 1990]

D.McArthur et alt. "Tutoring techniques in algebra". En Cognition and Instruction, vol.7, n.3, pp.197-244, 1990.

[McKelvey, 1982]

B.McKelvey. "Organizational Systematics". Berkeley (CA): University of California Press, 1982.

[McNeil y Freiberger, 1993]

D.McNeil y P.Freiberger. "Fuzzy Logic". New York: Simon y Schuster, 1993.

[MICROSOFT, 2001]

MICROSOFT. "La integración empresarial de la nueva generación: ventajas de Microsoft .NET" [on-line]. Recursos de negocio de microsoft.com. [Consulta: 13 octubre 2005]. <http://www.microsoft.com/latam/net/business/nextgenbiz.asp>.

[Mintzberg, 1995]

H.Mintzberg. "La estructuración de las organizaciones". Barcelona: Ariel, 1995.

[Mucelli, 2000]

A. Mucelli. "I sistemi informativi integrati per il controllo dei processi aziendali". Torino: Giappichelli Editore, 2000.

[NAICS, 2002]

U.S. Executive Office of the President: Office of Management and Budget. "North American industry classification system, United States, 2002". Washington, DC: Bernan Press, 2002.

[Nakabayashi et alt., 1997]

K.Nakabayashi et alt. "Architecture of an intelligent tutoring system on the WWW". En B.d.Boulay y R.Mizoguchi (eds.) Artificial Intelligence in Education: Knowledge and Media in Learning Systems. (Proceedings of AI-ED'97, World Conference on Artificial Intelligence in Education, Kobe, Japan, Amsterdam: IOS), pp.39-46, 1997.

[Nelson y Winter, 1982]

R.Nelson y S.Winter. "An Evolutionary Theory of Organizations". Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

[Nezami, 1997]

R.Nezami. "General Analysis and Design of the Intelligent Tutoring Systems" [online]. 1997. [Consulta: 16 diciembre 2005]. <http://www.cs.unb.ca/grads/a9sj/ITS.html>.

[Nicolussi y Grontzki, 2005]

A.Nicolussi y S.Grontzki "DB2 Intelligent Miner: Comprehensive Guide to IBM DB2 Intelligent Miner, Version 8.2 [on-line]. IBM, 2005. [Consulta: 23 de noviembre de 2005]. <http://www-128.ibm.com/developerworks/db2/library/techarticle/dm-0506nicolussi/index.html>

[Nilsson, 1971]

N.Nilsson. "Principles of Artificial Intelligence". Nueva York: McGraw-Hill, 1971.

[Nordlander, 2001]

T.E.Nordlander. "AI Surveying: Artificial Intelligence in Business". Masters Thesis, De Montfort University , 2001.

[O'Leary, 2000]

D.E.O'Leary. "Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce and Risk". Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

[Ohlsson, 1991]

S.Ohlsson. "System hacking meets learning theory: Reflections on the goals and standards of research in artificial intelligence and education.". En Journal of Artificial Intelligence and Education, vol.2, n.3, pp.5-18, 1991.

[Okazaki et alt., 1997]

Y.Okazaki et alt. "An Implementation of the WWW Based ITS for Guiding Differential Calculations". En P.Brusilovsky, K.Nakabayashi y S.Ritter (eds.) Proceedings of Workshop Intelligent Educational Systems on the World Wide Web at AI-ED'97, 8th

World Conference on Artificial Intelligence in Education, Kobe, Japan, ISIR, pp.18-25, 1997.

[Pagés et alt., 2005]

C.Pagés et alt. “Metodología de creación de contenidos docentes en un Sistema Inteligente de Tutorización Avanzada (SITA)”. En Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática, vol.1, n.2, 2005.

[Pagés et alt., 2004]

C.Pagés et alt. “Sistema Inteligente de Tutorización Avanzada (SITA). Un caso de aplicación: GEKA”. En Actas del I Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Didácticos Reutilizables (SPDECE 2004), n.35, 2004.

[Panati y Golinelli, 1994]

G.Panati y G.M.Golinelli. “Tecnica economica industriale e commerciale: imprese strategie e management”. Roma: La Nuova Italia Scientifica, 1994.

[Panczyk, 1999]

T.D.Panczyk. “A smart choice for collectors?”. En Credit Card Management, vol.11, n.12, pp.78-83, 1999.

[Parson, 2004]

R.Parson. “Inductive Logic Programming iHex™ Discovery: An Overview” [on-line]. Future Route Limited, 2004. [Consulta: 15 de enero de 2006]. http://www.futureroute.co.uk/download/white_papers/ihexdiscovery.pdf.

[Pazos et alt., 1997]

J.Pazos, A.Gomez., N.Juristo y C.Montes. “Ingeniería del Conocimiento.”. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces S.A, 1997.

[Pavitt, 1984]

K.Pavitt. “Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”. En Research Policy, n.13 (6), pp.343-373. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1984.

[Peña et alt., 2002]

I.Peña et alt. “Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje”. En Proceedings of 6 Congreso Iberoamericano, 4 Simposio Internacional de Informática Educativa, 7 Taller Internacional de Software Educativo (IE2002), Vigo (España), 2002.

[Pfeffer y Salancik, 1978]

J.Pfeffer y G.R.Salancik. “The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective”. New York: Harper & Row, 1978.

[Pivato y Gilardoni, 2000]

S.Pivato y A.Gilardoni. “Elementi di economia e gestione delle imprese”.Milano: Egea, 2000.

[Resnick, 1998]

M.Resnick. "Trutles, Termites and Traffic Jams". MIT Press, 1998.

[Rich y Knight, 1991]

E.Rich y K.Knight. "Artificial Intelligence". Londres: McGraw-Hill, 1991.

[Rickel et al., 2000]

J.Rickel et al. "Task-Oriented Tutorial Dialogue: Issues and Agents". En AAAI Fall Symposium on Building Dialogue Systems for Tutorial Applications, Technical Report FS-00-01, pp.52-57, 2000.

[Rifkin, 2000]

J.Rifkin. "L'era dell'accesso". Milano: Mondadori, 2000.

[Ritter, 1997]

S.Ritter. "Pat Online: A Model-tracing tutor on the World-wide Web". En P.Brusilovsky, K.Nakabayashi y S.Ritter (eds.) Proceedings of Workshop Intelligent Educational Systems on the World Wide Web at AI-ED'97, 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Kobe, Japan, ISIR, pp.1-17, 1997.

[Rodríguez, 2000]

M.Rodríguez. "Una Arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje". Tesis Doctoral de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, UNED, 2000.

[Rodríguez de Rivera, 2000]

J.Rodríguez de Rivera. "Epistemología o Teoría de la Ciencia y Reflexión Crítica sobre los Fundamentos de las Ciencias de la Organización (en cuanto ciencias sociales)". [on-line]. [Consulta: 18 noviembre 2005]. Universidad de Alcalá. http://www2.uah.es/estudios_de_organizacion/epistemologia/epistemologia_inicio.htm.

[Ross y Vitale, 2000]

W.R.Ross y M.R.Vitale. "The ERP Revolution: Surviving Versus thriving". En Information Systems Frontier, n.2(2), pp.233-241, 2000.

[Ruffino et al., 2003]

M.Ruffino et al. "Competency Needs Induced by Production Model Innovation: the starting point of BATCOS project". En Proceedings of ICETA Conference 2003. Kosice, Eslovaquia. Octubre, 2003.

[Sanchez et al., 2005]

P.J.Sanchez et al. "A Fuzzy Model to Evaluate the Suitability of Installing an ERP System". En Information Sciences (to appear). Disponible en <http://decsai.ugr.es/~viedma/public.html>. Consulta 18-01-2006.

[SAP, 2002]

SAP. "Anual Report 2002". [on-line]. [Consulta: 18 diciembre 2004]. <http://www.sap.com/company/investor/reports/annualreport/2002/index.epx>.

[Scheer, 1992]

A.Scheer. "Architecture of integrated information systems systems - bases for company modeling". Berlin: Springer,1992.

[Scheer y Habermann, 2000]

A.W.Scheer y F.Habermann. "Making ERP a Success". En Communication of the Association for Computing Machinery, vol.43, n.4, pp.57-61, 2000

[Scherer y Ross, 1990]

F.M.Scherer y D.Ross. "Industrial Market Structure and Economic Performance". Boston: Houghton Mifflin, 1990.

[Schofield et alt., 1990]

J.W.Schofield et alt. "Artificial Intelligence in the Classroom: The Impact of a Computer-based Tutor on Teachers and Students". En Social Science Computer Review, vol.8, n.1, pp.24-41, 1990.

[Segura et alt., 1992]

J.Segura et alt. "Un panorama de la industria española". Madrid: Ministerio de Industria y Energía, 1992.

[Self, 1994]

J.Self. "The role of student models in learning environments". En Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, E77-D(1), pp.3-8, 1994

[Shapiro, 1992]

S.C.Shapiro. "Encyclopedia of Artificial Intelligence". New York: Wiley, 1992.

[Shaw et alt., 1996]

M.Shaw y D.Garlan. "Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline". New Jersey: Prentice Hall, 1996.

[Shell, 1990]

C.Sheel. "Ingeniería de Sistemas Basados en Conocimientos". México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 1990.

[Silber, 1990]

J.Silber. "PAL: an intelligent help system". En Proceedings of the third international conference on Industrial and engineering applications of artificial intelligence and expert systems, vol. 2, 1990.

[Sloman y Logan, 1999]

A.Sloman y B.Logan. "Building cognitively rich agents using the SIM_agent toolkit". En Association for Computing Machinery, vol.42, n.3, pp.8, 1999.

[Söderström et alt., 2002]

E.Söderstrom et alt. "Towards a Framework for Comparing Process Modelling Languages". En Proceedings of the 14th International Conference on Advanced

Information Systems Engineering (CAiSE), vol. 2348 of Lecture Notes in Computer Science, pp.600-611, 2002.

[Soh et al., 2000]

C.Soh et al. "Cultural Fits and Misfits: Is ERP a Universal Solution?". En Communications of the Association for Computing Machinery, vol.43, n.4, 2000

[Soller, 2001]

A.L.Soller. "Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System". En International Journal of Artificial Intelligence in Education, n.12, pp.40-62, 2001.

[Sprott, 2000]

D.Sprott. "Componentizing the enterprise application packages." En Communications of the ACM, n.43(4), pp.63-69, 2000.

[STANDARD AND POOR, 2004]

STANDARD AND POOR. "S&P's The Outlook". Browse Outlook Issues of S&P's The Outlook, 2004.

[Sturdza et al., 2002]

P.Sturdza et al. "An intelligent tutoring e-learning for training archivist". En Actas del DLM-Forum 2002. Barcelona, 6-8 mayo 2002.

[Suthers y Jones, 1997]

D.Suthers y D.Jones. "An architecture for intelligent collaborative educational systems". En Artificial Intelligence in Education: Knowledge and Media in Learning Systems. (Proceedings of AI-ED'97, 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Kobe, Japan) Amsterdam: IOS, pp.55-62, 1997.

[Utterback, 1982]

J.M.Utterback. "Patterns of Industrial Innovation". En Readings in the Management of Technology, pp.97-108. Cambridge: Ballinger, 1982.

[Waltz, 1997]

D.L.Waltz. "Artificial Intelligence: Realizing the Ultimate Promises of Computing". En AI Magazine, n.18(3), pp.49-52, 1997.

[Warendorf y Tan, 1997]

K.Warendorf y C.Tan. "ADIS - An animated data structure intelligent tutoring system or Putting an interactive tutor on the WWW". En P.Brusilovsky, K.Nakabayashi y S.Ritter (eds.) Proceedings of Workshop Intelligent Educational Systems on the World Wide Web at AI-ED'97, 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Kobe, Japan, ISIR, pp.54-60,1997.

[Waterman, 1986]

D.Waterman. "A Guide to Expert Systems". USA: Addison-Wesley Publishing Company, 1986.

[Wilensky et alt., 1989]

R.Wilensky et alt. "The Berkeley Unix Consultant Project". Informe técnico UCB//CSD-89-520. University of California, Berkeley, USA, 1989.

[Williams, 2001]

F.Williams. "Artificial Intelligence has small but loyal following". En Pensions and Investments, vol.29, n.10, pp.4-124, 2001.

[Winkels y Breuker, 1992]

R.Winkels y J.Breuker. "What's in n ITS? A functional descomposition". En New Directions for Intelligent Tutoring Systems, vol.91, pp.57-68. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

[Winston, 1992]

P.Winston. "Artificial Intelligence". Massachusetts: Addison-Wesley, 1992.

[Woodward, 1958]

J.Woodward. "Management and Technology". London: H.M.S.O, 1958.

[Yen y Chou, 2001]

D.C.Yen y D.C.Chou. "Intranets for Organizational Innovation". En Information Management and Computer Security, vol.9, n.2, pp.80-87, 2001.

[Yen et alt., 2002]

D.C.Yen et alt. "A synergic analysis for web-based Enterprise Resource Planning Systems". En Computer Standards and Interfaces, n.24, pp.337-346, 2002.

[Zissos y Witten, 1985]

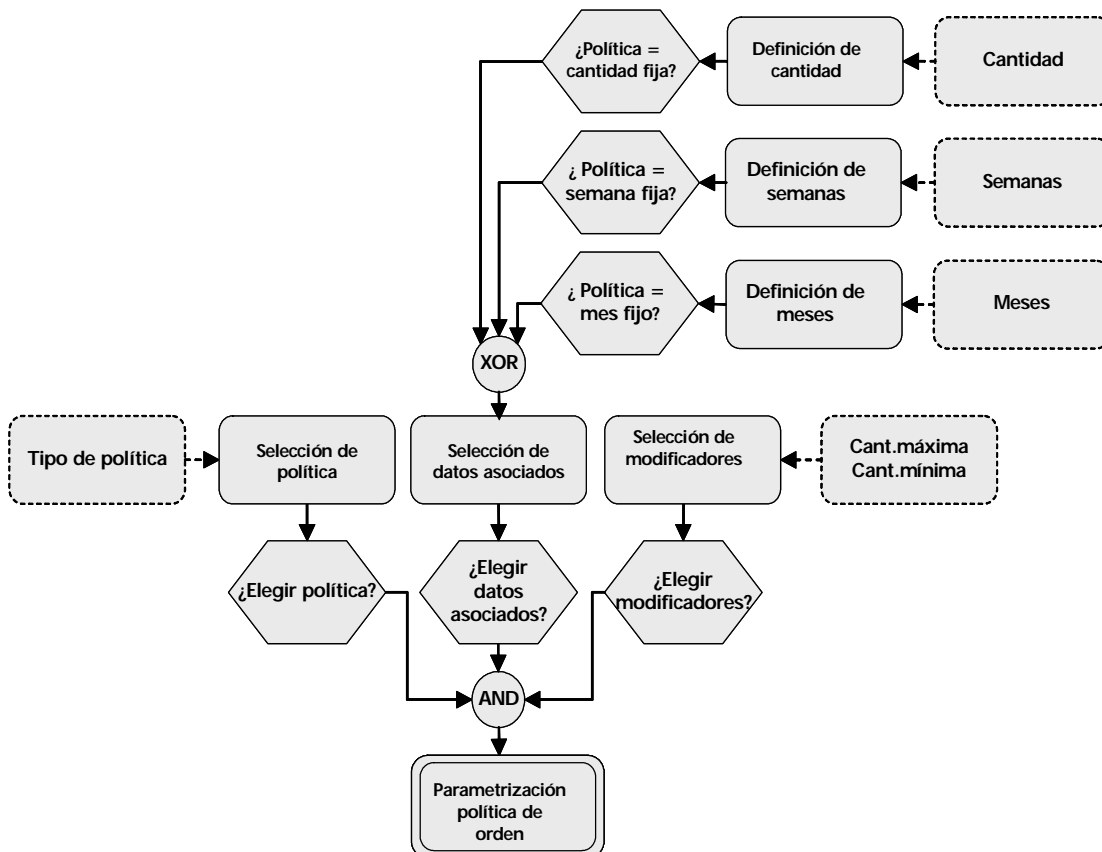
A.Y.Zissos y I.H.Witten. "User modelling for a computer coach: a case study". En Int. J. Man-Machine Studies, vol. 23, pp.729-750, 1985.

ANEXO I – EJEMPLOS CONOCIMIENTO DEL DOMINIO

Este anexo presenta algunos ejemplos de elementos obtenidos durante la obtención del conocimiento del dominio del prototipo construido en el Capítulo 4:

1. Ejemplo de diagrama EPC estructurado para su conversión automática;
2. Ejemplo de formateo de un diagrama EPC mediante XML;
3. Ejemplo de documentación asociada a un elemento de conocimiento;
4. Ejemplo de programa de batch input (carga de transacciones) para SAP R/3;
5. Ejemplo de pantalla de parametrización de SAP R/3 con valores actualizados.

1. Ejemplo de diagrama EPC estructurado para su conversión automática.



El diagrama anterior muestra como se simplifican las relaciones entre dos conectores lógicos, partiendo del diagrama EPC número 14 desarrollado durante la obtención del conocimiento del dominio del prototipo en el Capítulo 4. Para ello se utiliza el criterio de simplificación definido en las fases metodológicas del Capítulo 3, que evita las relaciones directas entre conectores lógicos, creando para ello una función de salida del primer conector que identifica la actividad resultante de las que relaciona el conector.

2. Ejemplo de formateo de un diagrama EPC mediante XML

```

<modelo id = "msap000001">
  <nombre = "modelo subdominio planificación gestión de materiales" />
  <epc id = "esap000014">
    <nombre = "epc-parametrización política de orden" />
    <evento id = "csap000047">
      <nombre = "¿Elegir política?" />
    </evento>
    <evento id = "csap000048">
      <nombre = "¿Elegir datos asociados?" />
    </evento>
    <evento id = "csap000049">
  
```



```

        <nombre = "¿Elegir modificadores?" />
    </evento>
    <evento id = "csap000050">
        <nombre = "¿Política = cantidad fija?" />
    </evento>
    <evento id = "csap000051">
        <nombre = "¿Política = semana fija?" />
    </evento>
    <evento id = "csap000052">
        <nombre = "¿Política = mes fijo?" />
    </evento>
    <proceso id = "asap000031">
        <nombre = "parametrización política de orden" />
    </proceso>
    <funcion id = "asap000034">
        <nombre = "Selección de política" />
    </funcion>
    <funcion id = "asap000035">
        <nombre = "Selección de datos asociados" />
    </funcion>
    <funcion id = "asap000036">
        <nombre = "Selección de modificadores" />
    </funcion>
    <funcion id = "asap000037">
        <nombre = "Definición de cantidad" />
    </funcion>
    <funcion id = "asap000038">
        <nombre = "Definición de semanas" />
    </funcion>
    <funcion id = "asap000039">
        <nombre = "Definición de meses" />
    </funcion>
    <objeto_informacion id = "dsap000015">
        <nombre = "Tipo de política" />
        <contenido = "C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_
necesidades/Tipo_política.pdf" />
    </objeto_informacion>
    <objeto_informacion id = "dsap000016">
        <nombre = "Cant.maxima_Cant.minima_Cant.multipla" />
        <contenido = "C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_
necesidades/Modificadores_política.pdf" />
    </objeto_informacion>
    <objeto_informacion id = "dsap000017">

```

```
<nombre = "Cantidad" />
<contenido = "C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_
necesidades/Cantidad_política.pdf" />
</objeto_informacion>
<objeto_informacion id = "dsap000018">
<nombre = "Semanas" />
<contenido = "C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_
necesidades/Semanas_política.pdf" />
</objeto_informacion>
<objeto_informacion id = "dsap000019">
<nombre = "Meses" />
<contenido = "C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_
necesidades/Meses_política.pdf" />
</objeto_informacion>
<and id = "rsap000019">
<nombre = "and7" />
<entrada_id = "csap000047" />
<entrada_id = "csap000048" />
<entrada_id = "csap000049" />
<salida_id = "asap000031" />
<sec_ent = "ordenado" />
<sec_sal = "no_ordenado" />
</and>
<xor id = "rsap000020">
<nombre = "xor9" />
<entrada_id = "csap000050" />
<entrada_id = "csap000051" />
<entrada_id = "csap000052" />
<salida_id = "asap000035" />
<sec_ent = "no_ordenado" />
<sec_sal = "no_ordenado" />
</xor>
<conexión_cond id = "xsap000048">
<nombre = "conexión_cond48" />
<entrada_id = "asap000034" />
<salida_id = "csap000047" />
<tipo = "poscondicion" />
</conexión_cond>
<conexión_cond id = "xsap000049">
<nombre = "conexión_cond49" />
<entrada_id = "asap000035" />
<salida_id = "csap000048" />
<tipo = "poscondicion" />
```

```
</conexión_cond>
<conexión_cond id = "xsap000050">
  <nombre = "conexión_cond50" />
  <entrada_id = "asap000036" />
  <salida_id = "csap000049" />
  <tipo = "poscondicion" />
</conexión_cond>
<conexión_cond id = "xsap000051">
  <nombre = "conexión_cond51" />
  <entrada_id = "asap000037" />
  <salida_id = "csap000050" />
  <tipo = "poscondicion" />
</conexión_cond>
<conexión_cond id = "xsap000052">
  <nombre = "conexión_cond52" />
  <entrada_id = "asap000038" />
  <salida_id = "csap000051" />
  <tipo = "poscondicion" />
</conexión_cond>
<conexión_cond id = "xsap000053">
  <nombre = "conexión_cond53" />
  <entrada_id = "asap000039" />
  <salida_id = "csap000052" />
  <tipo = "poscondicion" />
</conexión_cond>
<conexión_infor id = "isap000018">
  <nombre = "conexión_infor18" />
  <entrada_id = "dsap000015" />
  <salida_id = "asap000034" />
</conexión_infor>
<conexión_infor id = "isap000019">
  <nombre = "conexión_infor19" />
  <entrada_id = "dsap000016" />
  <salida_id = "asap000036" />
</conexión_infor>
<conexión_infor id = "isap000020">
  <nombre = "conexión_infor20" />
  <entrada_id = "dsap000017" />
  <salida_id = "asap000037" />
</conexión_infor>
<conexión_infor id = "isap000021">
  <nombre = "conexión_infor21" />
  <entrada_id = "dsap000018" />
```

```
        <salida_id = "asap000038" />
    </conexión_infor>
    <conexión_infor id = "isap000022">
        <nombre = "conexión_infor22" />
        <entrada_id = "dsap000019" />
        <salida_id = "asap000039" />
    </conexión_infor>
</epc>
</modelo>
```

El ejemplo anterior muestra la traducción a lenguaje XML del diagrama EPC presentado anteriormente como ejemplo en este anexo. Para ello se ha utilizado la metodología definida en las fases metodológicas del Capítulo 3.

3. Ejemplo de documentación asociada a un elemento de conocimiento;

La siguiente pantalla muestra un ejemplo de información asociada a una actividad, en este caso la actividad asap000005 (Codificación de artículos) en la que hay que definir los parámetros: longitud número de material, patrón para conversión de números de material e indicador para números interno o externo

Fijar representación del número de material

En esta actividad IMG se especifica lo siguiente:

- longitud de entrada y de salida del número de material;
La longitud máxima es de 18 caracteres.
- máscara de edición para la salida del número de material (pantalla o impresión);
Todas las posiciones del número de material que no deban completarse con un carácter de formato de edición se tienen que marcar con una línea de subrayado.
- forma de almacenamiento del número de material;



Puede fijar estas especificaciones relativas al número de material para cada mandante.

Actividades

1. Especifique la longitud del número de material.
2. Dado el caso, especifique la máscara de edición del número de material.
3. Indique la forma de almacenamiento del número de material.

Otro ejemplo, en este caso de información asociada a un parámetro utilizado en la actividad anterior (patrón para conversión de números de material), lo muestra la pantalla siguiente:

Patrón para conversión de números de material

Controla, al editar el número de material, en qué posiciones debe insertar el sistema caracteres adicionales (caracteres de edición).

Utilización

La edición para la salida del número de material se efectúa en la longitud definida en la tabla TMCNV; en caso de que sea necesario, el sistema completa con ceros a la izquierda. La máscara de edición consiste en caracteres de edición y caracteres de selección; como carácter de selección se utiliza la línea de subrayado (). La posición que se encuentra la línea de subrayado corresponde a un carácter significativo del número de material.

Ejemplos

Longitud número de material 10

Número de material 12345678 (caracteres signif.)

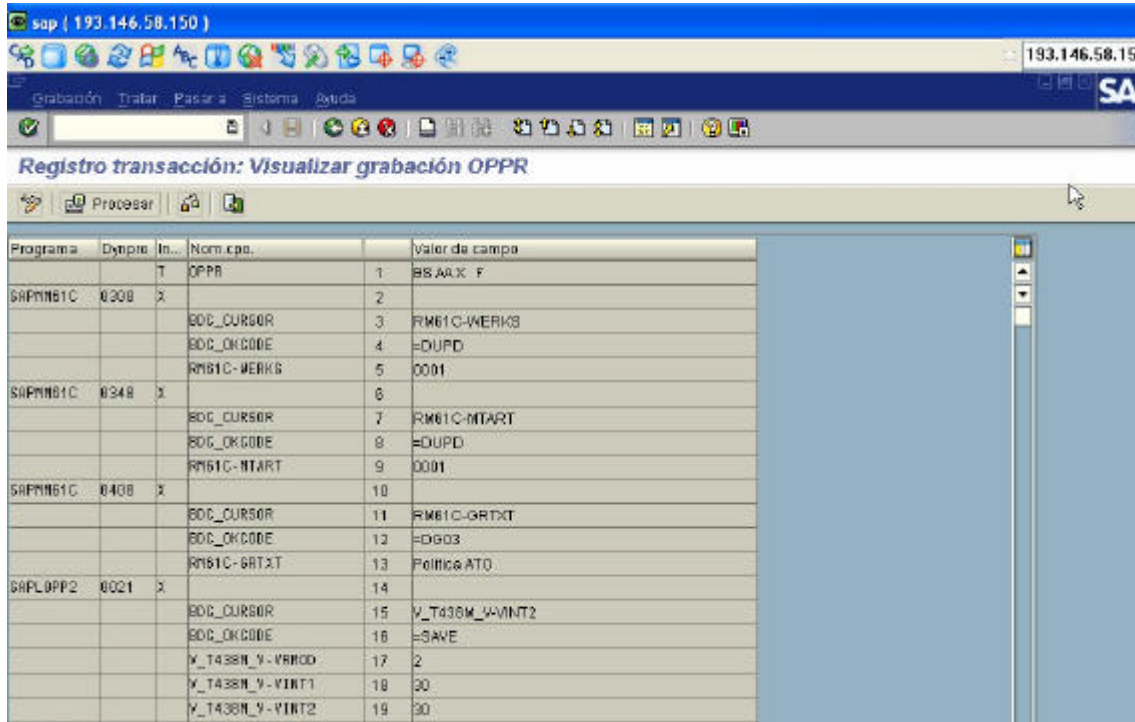
Máscara de edición - - -

Edición 12-34567-8

La longitud del número de material ya contiene los caracteres de edición.

4. Ejemplo de programa de batch input (carga de transacciones) para SAP R/3.

A continuación se muestra la pantalla de SAP R/3 correspondiente a la grabación del batch-input de la transacción OPPR (Modificar vista de compensación: detalle):



Realizando una exportación de dicha grabación obtenemos el siguiente código:

		T	OPPR	BS AA X F
SAPMM61C	0300	X		
			BDC_CURSOR	RM61C-WERKS
			BDC_OKCODE	=DUPD
			RM61C-WERKS	0001
SAPMM61C	0340	X		
			BDC_CURSOR	RM61C-MTART
			BDC_OKCODE	=DUPD
			RM61C-MTART	0001
SAPMM61C	0400	X		
			BDC_CURSOR	RM61C-GRTXT
			BDC_OKCODE	=DG03
			RM61C-GRTXT	Política ATO
SAPLOPP2	0021	X		
			BDC_CURSOR	V_T438M_V-VINT2
			BDC_OKCODE	=SAVE
			V_T438M_V-VRMOD	2
			V_T438M_V-VINT1	30
			V_T438M_V-VINT2	30
SAPLSTRD	0300	X		
			BDC_CURSOR	KO008-TRKORR
			BDC_OKCODE	=LOCK
			KO008-TRKORR	NARK900008
SAPLOPP2	0020	X		
			BDC_CURSOR	V_T438M_V-WERKS(01)

ANEXO II - CONTENIDO BASE DE DATOS DEL PROTOTIPO

Este anexo lista los diferentes datos que configuran el conocimiento del dominio del prototipo construido en el capítulo 4.

1. Tabla de reglas.

CLV_REG	CLV_ACCP	CLV_ACCH	CONECTOR	SECUENCIA	CLV_CON
rsap000001	asap000001	asap000002	AND	1	csap000002
rsap000001	asap000001	asap000003	AND	2	csap000003
rsap000001	asap000001	asap000004	AND	2	csap000004
rsap000002	asap000002	asap000005	AND	1	csap000005
rsap000002	asap000002	asap000006	AND	1	csap000006
rsap000002	asap000002	asap000007	AND	1	csap000007
rsap000003	asap000007	asap000008	XOR	1	csap000008
rsap000003	asap000007	asap000009	XOR	1	csap000009
rsap000003	asap000007	asap000010	XOR	1	csap000010
rsap000004	asap000008	asap000011	AND	1	csap000011
rsap000004	asap000008	asap000012	AND	2	csap000012
rsap000005	asap000012	asap000008	XOR	1	csap000013
rsap000005	asap000012	asap000013	XOR	1	csap000014
rsap000006	asap000010	asap000014	OR	1	csap000015
rsap000006	asap000010	asap000015	OR	1	csap000016
rsap000006	asap000010	asap000016	OR	1	csap000017
rsap000007	asap000003	asap000017	XOR	1	csap000018
rsap000007	asap000003	asap000018	XOR	1	csap000019
rsap000007	asap000003	asap000019	XOR	1	csap000020
rsap000008	asap000018	asap000040	AND	1	csap000021
rsap000008	asap000018	asap000020	AND	2	csap000022
rsap000009	asap000019	asap000021	AND	1	csap000023
rsap000009	asap000019	asap000020	AND	2	csap000022
rsap000010	asap000021	asap000041	XOR	1	csap000024
rsap000010	asap000021	asap000042	XOR	1	csap000025
rsap000011	asap000020	asap000026	XOR	1	csap000022
rsap000011	asap000020	asap000027	XOR	1	csap000023

rsap000011	asap000020	asap000028	XOR	1	csap000043
rsap000012	asap000044	asap000024	XOR	1	csap000029
rsap000012	asap000044	asap000025	XOR	1	csap000030
rsap000013	asap000024	asap000025	OR	1	csap000031
rsap000013	asap000024	asap000025	OR	1	csap000032
rsap000014	asap000025	asap000026	XOR	1	csap000033
rsap000014	asap000025	asap000027	XOR	1	csap000034
rsap000015	asap000026	asap000027	OR	1	csap000035
rsap000015	asap000026	asap000027	OR	1	csap000036
rsap000015	asap000026	asap000027	OR	1	csap000037
rsap000016	asap000027	asap000028	XOR	1	csap000038
rsap000016	asap000027	asap000029	XOR	1	csap000039
rsap000017	asap000028	asap000029	OR	1	csap000040
rsap000017	asap000028	asap000029	OR	1	csap000041
rsap000017	asap000028	asap000029	OR	1	csap000042
rsap000018	asap000029	asap000030	AND	1	csap000043
rsap000018	asap000029	asap000031	AND	2	csap000044
rsap000018	asap000029	asap000032	AND	2	csap000045
rsap000018	asap000029	asap000033	AND	2	csap000046
rsap000019	asap000031	asap000034	AND	1	csap000047
rsap000019	asap000031	asap000035	AND	2	csap000048
rsap000019	asap000031	asap000036	AND	3	csap000049
rsap000020	asap000035	asap000037	XOR	1	csap000050
rsap000020	asap000035	asap000038	XOR	1	csap000051
rsap000020	asap000035	asap000039	XOR	1	csap000052
rsap000021	asap000004	asap000044	AND	1	csap000053
rsap000021	asap000004	asap000045	AND	2	csap000054
rsap000022	asap000045	asap000004	OR	1	csap000055
rsap000022	asap000045	asap000046	OR	1	csap000056

2. Tabla de acciones.

CLV_ACC	IDENTIF	CL.	DESCRIP
asap000001	Parametrización planificación de necesidades	S	Conjunto de acciones encaminadas a parametrizar el subdominio de planificación de necesidades de material
asap000002	Parametrización datos básicos	N	Conjunto de acciones encaminadas a parametrizar datos básicos necesarios para la gestión de necesidades de material
asap000003	Parametrización gestión de la demanda	N	Conjunto de acciones encaminadas a parametrizar los datos necesarios para la gestión de previsiones y su consumo
asap000004	Parametrización grupos de planificación	N	Conjunto de acciones encaminadas a parametrizar las distintas posibilidades de la planificación de necesidades de material según características de estos materiales (grupos de planificación)
asap000005	Codificación de artículos	N	Tarea para definir el formato de codificación de los artículos y su asignación
asap000006	Descripción clasificación ABC	N	Tarea para definir el significado de las clases A, B y C

asap000007	Codificación de órdenes	N	Conjunto de acciones encaminadas a parametrizar los rangos de los números de orden y el criterio de clasificación
asap000008	Codificación por línea de producto	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los rangos de numeración de las órdenes por líneas diferentes de producto
asap000009	Codificación por tipo de planificación	N	Tarea para definir los rangos de las órdenes de los artículos MPS y MRP
asap000010	Codificación por tipo de producción	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los rangos de numeración de las órdenes por tipos diferentes de producción
asap000011	Codificación de rango	N	Tarea para definir los rangos de cada línea de producto
asap000012	Continuación rango de líneas	N	Conjunto de acciones necesarias para definir el rango de una nueva línea
asap000013	Fin codificación por líneas	N	Tarea que implica la finalización del proceso de generación de rangos por línea de producto
asap000014	Establecer rango órdenes de subcontrata	N	Tarea para definir los rangos de las órdenes de subcontrata
asap000015	Establecer rango órdenes de compra	N	Tarea para definir los rangos de las órdenes de compra
asap000016	Establecer rango órdenes de fabricación	N	Tarea para definir los rangos de las órdenes de fabricación
asap000017	Parametrización barrera de la demanda para MTS	N	Tarea para definir la barrera de la demanda para la existencia de provisiones en caso de política Make To Stock
asap000018	Parametrización política MTO	N	Conjunto de acciones necesarias para definir la política Make To Orden
asap000019	Parametrización política ATO	N	Conjunto de acciones necesarias para definir la política Assembly To Orden
asap000020	Parametrización política de consumo	N	Conjunto de acciones necesarias para el modo y el plazo en el que realizar el consumo de las provisiones
asap000021	Parametrización nivel de uso de provisiones	N	Acción para seleccionar el plazo, dentro del tiempo total del producto, de uso de las provisiones para el consumo
asap000022	Consumo hacia adelante	N	Tarea para definir el periodo temporal de consumo hacia adelante (con fecha posterior) en el tiempo
asap000023	Consumo hacia atrás	N	Tarea para definir el periodo temporal de consumo hacia atrás (con fecha anterior) en el tiempo
asap000024	Parametrización por artículos MPS/MRP	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los criterios, parámetros y valores a establecer según el tipo de artículo
asap000025	Parametrización por tipo de artículo	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de artículo
asap000026	Parametrización por gestión compras/fabricación/sub-contrata	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los criterios, parámetros y valores a establecer según el tipo de gestión

asap000027	Parametrización por tipo de gestión	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de gestión
asap000028	Parametrización por clase A, B y C	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los criterios, parámetros y valores a establecer según la clase ABC
asap000029	Parametrización perfiles de planificación	N	Conjunto de acciones necesarias para definir los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de clase ABC
asap000030	Parametrización datos del perfil	N	Tarea para definir el nombre, descripción y validez de cada perfil de planificación
asap000031	Parametrización política de orden	N	Conjunto de acciones necesarias para definir el tipo de política de orden a utilizar y sus datos asociados en cada perfil de planificación
asap000032	Parametrización gestión de órdenes	N	Tarea para definir el planificador y los límites temporales de gestión de órdenes de cada perfil de planificación
asap000033	Parametrización mensajes de excepción	N	Tarea para definir los límites de tolerancia de los mensajes de excepción de cada perfil de planificación
asap000034	Selección de política	N	Tarea para definir el tipo de política elegida en cada perfil de planificación
asap000035	Selección de datos asociados	N	Tarea para definir los datos asociados a la política elegida en cada perfil de planificación
asap000036	Selección de modificadores	N	Tarea para definir los modificadores de la cantidad de la orden en cada perfil de planificación
asap000037	Definición de cantidad	N	Tarea para definir la cantidad de la orden si se utiliza cantidad fija
asap000038	Definición de semanas	N	Tarea para definir la cantidad de semanas si se utiliza periodo fijo semanal
asap000039	Definición de días	N	Tarea para definir la cantidad de días si se utiliza periodo fijo diario
asap000040	Parametrización barrera de la demanda para MTO	N	Tarea para definir la barrera de la demanda para la existencia de previsiones en caso de política Make To Order
asap000041	Parametrización barrera de la demanda para inicial	N	Tarea para definir la barrera de la demanda para la existencia de previsiones en caso de política Assembly To Order para niveles iniciales de producto
asap000042	Parametrización barrera de la demanda para montaje	N	Tarea para definir la barrera de la demanda para la existencia de previsiones en caso de política Assembly To Order para montaje final
asap000043	Consumo hacia delante y hacia atrás	N	Tarea para definir el periodo temporal de consumo hacia adelante (con fecha posterior) y hacia atrás (con fecha anterior) en el tiempo
asap000044	Parametrización política de planificación	N	Conjunto de acciones encaminadas a parametrizar para cada grupo de planificación las distintas posibilidades de la planificación de necesidades de material según características de cada grupo

asap000045	Continuación grupos de planificación	N	Conjunto de acciones necesarias para definir la parametrización de un nuevo grupo de planificación
asap000046	Fin grupos de planificación	N	Tarea que implica la finalización del proceso de parametrización de la planificación de necesidades por grupos de planificación

3. Tabla de condiciones.

CLV_CON	CLV_ACC	IDENTIF	DESCRIP
csap000001	asap000001	¿Parametrizar planificación de necesidades?	Este evento desencadena el recorrido por el subdominio de parametrización de la planificación de necesidades de material
csap000002	asap000002	¿Parametrizar datos básicos?	Este evento desencadena la parametrización de los datos básicos necesarios para la planificación de necesidades
csap000003	asap000003	¿Parametrizar gestión de la demanda?	Este evento desencadena la parametrización de los datos necesarios para la gestión de previsiones y su consumo
csap000004	asap000004	¿Parametrizar grupos de planificación?	Este evento desencadena la parametrización de las distintas posibilidades de la planificación de necesidades de material según características de estos materiales (grupos de planificación)
csap000005	asap000005	¿Establecer codificación de artículos?	Este evento desencadena la definición del formato de codificación de los artículos y su asignación
csap000006	asap000006	¿Describir clasificación ABC?	Este evento desencadena la definición del significado de las clases A, B y C
csap000007	asap000007	¿Establecer codificación de órdenes?	Este evento desencadena la parametrización de los rangos de los números de orden y el criterio de clasificación
csap000008	asap000008	¿Codificar por línea de producto?	Este evento desencadena el proceso de definición de los rangos de numeración de las órdenes por líneas diferentes de producto
csap000009	asap000009	¿Codificar por tipo de planificación?	Este evento desencadena el proceso de definición de los rangos de las órdenes de los artículos MPS y MRP
csap000010	asap000010	¿Codificar por tipo de producción?	Este evento desencadena el proceso de definición de los rangos de numeración de las órdenes por tipos diferentes de producción

csap000011	asap000011	¿Rango de una línea?	Este evento desencadena la definición de los rangos de cada línea de producto
csap000012	asap000012	¿Continuar rango de línea?	Este evento desencadena la definición del rango de una nueva línea
csap000013	asap000008	¿Rango para otra línea?	Este evento desencadena el proceso de definición de los rangos de numeración de las órdenes por líneas diferentes de producto
csap000014	asap000013	¿Fin codificación por líneas?	Con este evento se finaliza el proceso de generación de rangos por línea de producto
csap000015	asap000014	¿Codificar órdenes de subcontrata?	Este evento desencadena el proceso de definición de los rangos de las órdenes de subcontrata
csap000016	asap000015	¿Codificar órdenes de compra?	Este evento desencadena el proceso de definición de los rangos de las órdenes de compra
csap000017	asap000016	¿Codificar órdenes de fabricación?	Este evento desencadena el proceso de definición de los rangos de las órdenes de fabricación
csap000018	asap000017	¿Política MTS?	Este evento desencadena el proceso de definición de la barrera de la demanda para la existencia de provisiones en caso de política Make To Stock
csap000019	asap000018	¿Política MTO?	Este evento desencadena el proceso de parametrización para la política Make To Order
csap000020	asap000019	¿Política ATO?	Este evento desencadena el proceso de parametrización para la política Assembly To Order
csap000021	asap000040	¿Parametrizar barrera de la demanda?	Este evento desencadena la definición de la barrera de la demanda para la existencia de provisiones en caso de política Make To Order
csap000022	asap000020	¿Parametrizar política de consumo?	Este evento desencadena la definición del modo y el plazo en el que realizar el consumo de las provisiones
csap000023	asap000021	¿Parametrizar uso de provisiones?	Este evento desencadena la selección del plazo, dentro del tiempo total del producto, de uso de las provisiones para el consumo
csap000024	asap000041	¿Niveles iniciales con provisiones?	Este evento desencadena la definición de la barrera de la demanda para la existencia de provisiones en caso de política Assembly To Order para niveles iniciales de producto

csap000025	asap000042	¿Todos los niveles excepto montaje final con previsiones?	Este evento desencadena la definición de la barrera de la demanda para la existencia de previsiones en caso de política Assembly To Order para montaje final
csap000026	asap000022	¿Consumo de previsiones posteriores?	Este evento desencadena la definición del periodo temporal de consumo hacia adelante (con fecha posterior) en el tiempo
csap000027	asap000023	¿Consumo de previsiones anteriores?	Este evento desencadena la definición del consumo hacia atrás (con fecha anterior) en el tiempo
csap000028	asap000043	¿Consumo de previsiones anteriores y posteriores?	Este evento desencadena la definición del periodo temporal de consumo hacia adelante (con fecha posterior) y hacia atrás (con fecha anterior) en el tiempo
csap000029	asap000024	¿Parametrizar por artículos MPS/MRP?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer según el tipo de artículo
csap000030	asap000025	¿Parametrizar por tipo de artículo?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de artículo
csap000031	asap000025	¿Parametrizar artículos MPS?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de artículo
csap000032	asap000025	¿Parametrizar artículos MRP?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de artículo
csap000033	asap000026	¿Parametrizar por gestión compras/fabricación/subcontrata?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer según el tipo de gestión
csap000034	asap000027	¿Parametrizar todo tipo de gestión?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de gestión
csap000035	asap000027	¿Parametrizar gestión de compras?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para la gestión de compras

csap000036	asap000027	¿Parametrizar gestión de fabricación?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para la gestión de fabricación
csap000037	asap000027	¿Parametrizar gestión de subcontrata?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para la gestión de subcontrata
csap000038	asap000028	¿Parametrizar por clase ABC?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer según la clase ABC
csap000039	asap000029	¿Parametrizar todas las clases ABC?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para cada tipo de clase ABC
csap000040	asap000029	¿Parametrizar clase A?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para la clase A
csap000041	asap000029	¿Parametrizar clase B?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para la clase B
csap000042	asap000029	¿Parametrizar clase C?	Este evento desencadena el proceso de definición de los criterios, parámetros y valores a establecer para la clase C
csap000043	asap000030	¿Parametrizar datos perfil?	Este evento desencadena el proceso de definición del nombre, descripción y validez de cada perfil de planificación
csap000044	asap000031	¿Parametrizar política de orden?	Este evento desencadena el proceso de definición del tipo de política de orden a utilizar y sus datos asociados en cada perfil de planificación
csap000045	asap000032	¿Parametrizar gestión de órdenes?	Este evento desencadena el proceso de definición del planificador y los límites temporales de gestión de órdenes de cada perfil de planificación
csap000046	asap000033	¿Parametrizar mensajes de excepción?	Este evento desencadena el proceso de definición de los límites de tolerancia de los mensajes de excepción de cada perfil de planificación
csap000047	asap000034	¿Elegir política?	Este evento desencadena el proceso de definición del tipo de política elegida en cada perfil de planificación

csap000048	asap000035	¿Elegir datos asociados?	Este evento desencadena el proceso de definición de los datos asociados a la política elegida en cada perfil de planificación
csap000049	asap000036	¿Elegir modificadores?	Este evento desencadena el proceso de definición de los modificadores de la cantidad de la orden en cada perfil de planificación
csap000050	asap000037	¿Política = cantidad fija?	Este evento desencadena el proceso de definición de la cantidad de la orden si se utiliza cantidad fija
csap000051	asap000038	¿Política = semanas fijas?	Este evento desencadena el proceso de definición de la cantidad de semanas si se utiliza periodo fijo semanal
csap000052	asap000039	¿Política = días fijos?	Este evento desencadena el proceso de definición de la cantidad de días si se utiliza periodo fijo diario
csap000053	asap000044	¿Parametrizar política de planificación?	Este evento desencadena la parametrización para cada grupo de planificación de las distintas posibilidades de la planificación de necesidades de material según características de cada grupo
csap000054	asap000045	¿Continuar grupos de planificación?	Este evento desencadena la definición de la política de planificación de otros grupos de planificación
csap000055	asap000044	¿Parametrizar otro grupo de planificación?	Este evento desencadena la definición de la política de planificación de un grupo de planificación
csap000056	asap000046	¿Fin grupos de planificación?	Este evento desencadena la finalización del proceso de definición de la política de planificación de grupos de planificación

4. Tabla de documentos.

CLV_DOC	TIPO	DESCRIP	IDENTIF	DIRECCION
dsap000001	pdf	Determina a forma de realizar el proceso de definición del Tipo de política	Tipo política	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Tipo_política.pdf
dsap000002	pdf	Determina la posible utilización y consecuencias de los parámetros Cantidad máxima y Cantidad Mínima como en el proceso de selección de modificadores para las	Modificadores política	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Modificadores_política.pdf

		políticas de planificación		
dsap000003	pdf	Determina el significado y el uso en el proceso de definición de la cantidad en las políticas de orden, del parámetro Cantidad	Cantidad política	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Cantidad_politica.pdf
dsap000004	pdf	Determina el significado y el uso en el proceso de definición de las semanas en las políticas de orden del parámetro Semanas	Semanas política	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Semanas_politica.pdf
dsap000005	pdf	Determina el significado y el uso en el proceso de definición de las semanas en las políticas de orden del parámetro Meses	Meses política	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Meses_politica.pdf
dsap000006	html	Determina la forma de realizar el proceso de definición de la representación de la codificación de los artículos	Representación material	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Representacion_material.html
dsap000007	html	Determina la posible utilización del parámetro máscara en la definición de la representación de la codificación de los artículos	Máscara material	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Mascara_material.html
dsap000008	jpg	Determina la forma de realizar el proceso de establecimiento de la política de consumo de las previsiones	Política consumo	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Politica_consumo.jpg
dsap000009	jpg	Determina la posible utilización de los parámetros límite de lanzamiento y límite de confirmación en la gestión de las órdenes	Límites órdenes	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Limites_ordenes.jpg
dsap000010	doc	Determina la forma de realizar el proceso de definición de grupos de planificación	Grupo planificación	C:/mySAPR3/Parametrizacion/Planificacion_necesidades/Grupo_planificacion.doc

5. Tabla de parámetros.

CLV_PAR	IDENTIF	DESCRIP	ERPCLAVE	V_C	TIPO	VAL	DEFEC	CLV_TRAN	CLV_ACC
psap000001	LMATNR	Longitud número de material	TMCNV		rango_ entero_ positivo	1/18	18	tsap000001	asap000005
psap000002	LMASKE	Patrón para conversión de números de material	TMCNV		texto	18		tsap000001	asap000005
psap000003	EXTERNIND	Ind. para números interno (' ') o bien externo ('X')	TMCNV		enumero_ texto	''/X	''	tsap000002	asap000005
psap000004	TMABC	Denominación indicador clase A	TMABC/ MAABC	A	texto	30	Material de gran importancia	tsap000003	asap000006
psap000005	TMABC	Denominación indicador clase B	TMABC/ MAABC	B	texto	30	Material de media importancia	tsap000003	asap000006
psap000006	TMABC	Denominación indicador clase C	TMABC/ MAABC	C	texto	30	Material de poca importancia	tsap000003	asap000006
psap000007	NRFROM	Rango desde para MPS	NRIV/ OBJECT	MS	texto	20		tsap000004	asap000009
psap000008	NRTO	Rango hasta para MPS	NRIV/ OBJECT	MS	texto	20		tsap000004	asap000009
psap000009	NRFROM	Rango desde para MRP	NRIV/ OBJECT	MR	texto	20		tsap000004	asap000009
psap000010	NRTO	Rango hasta para MRP	NRIV/ OBJECT	MR	texto	20		tsap000004	asap000009
psap000011	NRFROM	Rango desde para línea de producción	NRIV/ OBJECT		texto	20		tsap000004	asap000011
psap000012	NRTO	Rango hasta para línea de producción	NRIV/ OBJECT		texto	20		tsap000004	asap000011
psap000013	OBJECT	Nombre de la línea de producción objeto del rango	NRIV		texto	10		tsap000004	asap000011
psap000014	NRFROM	Rango desde para subcontrata	NRIV/ OBJECT	SC	texto	20		tsap000004	asap000014
psap000015	NRTO	Rango hasta para subcontrata	NRIV/ OBJECT	SC	texto	20		tsap000004	asap000014
psap000016	NRFROM	Rango desde para compras	NRIV/ OBJECT	CO	texto	20		tsap000004	asap000015
psap000017	NRTO	Rango hasta para compras	NRIV/ OBJECT	CO	texto	20		tsap000004	asap000015
psap000018	NRFROM	Rango desde para fabricación	NRIV/ OBJECT	FB	texto	20		tsap000004	asap000016

psap000019	NRTO	Rango hasta para fabricación	NRIV/ OBJECT	FB	texto	20		tsap000004	asap000016
psap000020	RESVP	Horizonte de ajuste para la preplanificación en política MTS	V_T438M _V		rango_ entero_ positivo	0/999	0	tsap000005	asap000017
psap000021	RESVP	Horizonte de ajuste para la preplanificación en política MTO	V_T438M _V		rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000005	asap000040
psap000022	RESVP	Horizonte de ajuste para la preplanificación en política ATO para niveles iniciales	V_T438M _V		rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000005	asap000041
psap000023	RESVP	Horizonte de ajuste para la preplanificación en política ATO para montaje final	V_T438M _V		rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000005	asap000042
psap000024	VINT1	Intervalo compensación hacia atrás en política solo atrás	V_T438M _V/VRMOD	1	rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000005	asap000023
psap000025	VINT2	Intervalo compensación hacia delante en política solo adelante	V_T438M _V/VRMOD	3	rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000005	asap000022
psap000026	VINT1	Intervalo compensación hacia atrás en política adelante /atrás	V_T438M _V/VRMOD	2	rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000005	asap000043
psap000027	VINT2	Intervalo compensación hacia delante en política adelante /atrás	V_T438M _V/VRMOD	2	rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000005	asap000043
psap000028	DISPR	Grupo de planificación de necesidades	T401T		texto	4		tsap000006	asap000030
psap000029	DPRTX	Descripción grupo de planificación de necesidades	T401T		texto	40		tsap000006	asap000030

psap000030	DISPO	Planificador de necesidades	V_T024D/ DISPR		texto	3		tsap000007	asap000032
psap000031	FREIZ	Horizonte de lanzamiento en días	V_T024D/ DISPR		rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000007	asap000032
psap000032	ERHOR	Horizonte de confirmación en días	V_T024D/ DISPR		rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000007	asap000032
psap000033	DISPR	Perfil de planificación de necesidades	V_T024D		texto	4		tsap000007	asap000032
psap000034	VWVOR	Valor de tolerancia para el adelanto de elementos de entrada	V_438M _U/DISPR		rango_ entero_ positivo	0/99	0	tsap000007	asap000033
psap000035	VWVER	Valor de tolerancia para el retraso de elementos de entrada	V_438M _U/DISPR		rango_ entero_ positivo	0/99	0	tsap000007	asap000033
psap000036	DISPR	Grupo de planificación de necesidades	V_438M _U		texto	4		tsap000007	asap000033
psap000037	LOSKZ	Política de planificación	MDIP/ DISPR		enumero_ texto	E/F/T/ W/M		tsap000008	asap000034
psap000038	DISPR	Grupo de planificación de necesidades	MDIP		texto	4		tsap000008	asap000034
psap000039	BSTMA	Tamaño de lote máximo	MDIP/ DISPR		real_ positivo			tsap000008	asap000035
psap000040	BSTMI	Tamaño de lote mínimo	MDIP/ DISPR		real_ positivo			tsap000008	asap000035
psap000041	DISPR	Grupo de planificación de necesidades	MDIP		texto	4		tsap000008	asap000035
psap000042	BSTFE	Tamaño de lote fijo	MDIP/ DISPR		real_ positivo			tsap000008	asap000037
psap000043	DISPR	Grupo de planificación de necesidades	MDIP		texto	4		tsap000008	asap000037
psap000044	PERAZ	Cantidad de periodos	MDIP/ DISPR		rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000008	asap000038
psap000045	PERKZ	Indicador de periodo	MDIP/ DISPR		enumero_ texto	T/W/M		tsap000008	asap000038
psap000046	DISPR	Grupo de planificación de necesidades	MDIP		texto	4		tsap000008	asap000038
psap000047	PERAZ	Cantidad de periodos	MDIP/ DISPR		rango_ entero_ positivo	0/999		tsap000008	asap000039

psap000048	PERKZ	Indicador de periodo	MDIP/ DISPR		enumero_ texto	T/W/M		tsap000008	asap000039
psap000049	DISPR	Grupo de planificación de necesidades	MDIP		texto	4		tsap000008	asap000039

6. Tabla de transacciones.

CLV_TRAN	SISTERP	IDENTIF	DESCRIP
tsap000001	SAP R/3	OMSL	Modificar vista representación num.material: Detalle
tsap000002	SAP R/3	MMNR	Rangos de números maestro de materiales:Detalle
tsap000003	SAP R/3	SPRO	Modificar vista indicadores ABC para materiales: Resumen
tsap000004	SAP R/3	OM12	Modificar vista estrategia de repos.aprovisionamiento: Resumen
tsap000005	SAP R/3	OPPQ	Modificar vista compensación: Detalle
tsap000006	SAP R/3	MMD1	Crear perfil planificación de necesidades: Acceso
tsap000007	SAP R/3	OPPR	Grupo de planificación de necesidades
tsap000008	SAP R/3	OMI4	Tamaño de lote

7. Tabla de documentos/acciones.

CLV_ACC	CLV_DOC
dsap000001	asap000034
dsap000002	asap000036
dsap000003	asap000037
dsap000004	asap000038
dsap000005	asap000039
dsap000006	asap000005
dsap000008	asap000020
dsap000010	asap000004

8. Tabla de documentos/parámetros.

CLV_PARA	CLV_DOC
dsap000002	psap000039
dsap000002	psap000040
dsap000003	psap000042
dsap000004	psap000047
dsap000004	psap000048
dsap000004	psap000048
dsap000005	psap000047
dsap000007	psap000002
dsap000009	psap000031
dsap000009	psap000032

9. Fichero de taxonomía empresarial.

AC.PADRE	AC.HIJA 1	R.1	PARAM.1	AC.HIJA 2	R.2	PARAM.2	AC.HIJA 3	R.3	PARAM.3	AC.HIJA 4	R.4	PARAM.4
asap000001	asap000002	SI		asap000003	SI		asap000004	SI				
asap000002	asap000005	SI		asap000006	SI		asap000007	SI				
asap000003	asap000017	NO		asap000018	NO		asap000019	SI				
asap000019	asap000021	SI		asap000020	SI							
asap000020	asap000022	NO		asap000023	NO		asap000043	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt1.txt			
asap000004	asap000044	SI		asap000045	SI							
asap000044	asap000024	SI		asap000025	NO							
asap000024	asap000025	SI		asap000025	NO							
asap000025	asap000026	SI		asap000027	NO							
asap000026	asap000027	SI		asap000027	NO		asap000027	NO				
asap000027	asap000028	SI		asap000029	NO							
asap000028	asap000029	SI		asap000029	NO		asap000029	NO				
asap000029	asap000030	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt2.txt	asap000031	SI		asap000032	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt4.txt	asap000033	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt5.txt
asap000031	asap000034	SI	C:/mySAPR3 /Parametriza cion/prt3.txt	asap000035	NO		asap000036	NO				
asap000045	asap000004	SI		asap000046	NO							
asap000004	asap000044	SI		asap000045	SI							
asap000044	asap000024	SI		asap000025	NO							
asap000024	asap000025	SI		asap000025	NO							
asap000025	asap000026	SI		asap000027	NO							
asap000026	asap000027	SI		asap000027	NO		asap000027	NO				
asap000027	asap000028	SI		asap000029	NO							
asap000028	asap000029	NO		asap000029	SI		asap000029	NO				
asap000029	asap000030	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt6.txt	asap000031	SI		asap000032	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt9.txt	asap000033	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt10.txt
asap000031	asap000034	SI	C:/mySAPR3 /Parametriza cion/prt7.txt	asap000035	SI		asap000036	NO				
asap000035	asap000037	NO		asap000038	SI	C:/mySAPR3 /Parametriza cion/prt8.txt	asap000039	NO				
asap000045	asap000004	SI		asap000046	NO							
asap000004	asap000044	SI		asap000045	SI							
asap000044	asap000024	SI		asap000025	NO							
asap000024	asap000025	SI		asap000025	NO							
asap000025	asap000026	SI		asap000027	NO							
asap000026	asap000027	SI		asap000027	NO		asap000027	NO				
asap000027	asap000028	SI		asap000029	NO							
asap000028	asap000029	NO		asap000029	NO		asap000029	SI				
asap000029	asap000030	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt11.txt	asap000031	SI		asap000032	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt14.txt	asap000033	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt15.txt
asap000031	asap000034	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt12.txt	asap000035	SI		asap000036	NO				
asap000035	asap000037	NO		asap000038	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt13.txt	asap000039	NO				
asap000045	asap000004	SI		asap000046	NO							
asap000004	asap000044	SI		asap000045	SI							
asap000044	asap000024	SI		asap000025	NO							
asap000024	asap000025	SI		asap000025	NO							
asap000025	asap000026	SI		asap000027	NO							
asap000026	asap000027	NO		asap000027	SI		asap000027	NO				
asap000027	asap000028	SI		asap000029	NO							
asap000028	asap000029	SI		asap000029	NO		asap000029	NO				
asap000029	asap000030	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt16.txt	asap000031	SI		asap000032	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt18.txt	asap000033	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt19.txt
asap000031	asap000034	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt17.txt	asap000035	SI		asap000036	NO				
asap000035	asap000037	NO		asap000038	NO		asap000039	NO				
asap000045	asap000004	SI		asap000046	NO							
asap000004	asap000044	SI		asap000045	SI							
asap000044	asap000024	SI		asap000025	NO							
asap000024	asap000025	SI		asap000025	NO							
asap000025	asap000026	SI		asap000027	NO							
asap000026	asap000027	NO		asap000027	SI		asap000027	NO				
asap000027	asap000028	SI		asap000029	NO							
asap000028	asap000029	SI		asap000029	NO		asap000029	NO				
asap000029	asap000030	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt16.txt	asap000031	SI		asap000032	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt18.txt	asap000033	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt19.txt
asap000031	asap000034	SI	C:/mySAPR3/ Parametriza cion/prt17.txt	asap000035	SI		asap000036	NO				
asap000035	asap000037	NO		asap000038	NO		asap000039	NO				
asap000045	asap000004	SI		asap000046	NO							
asap000004	asap000044	SI		asap000045	SI							
asap000044	asap000024	SI		asap000025	NO							
asap000024	asap000025	SI		asap000025	NO							
asap000025	asap000026	SI		asap000027	NO							
asap000026	asap000027	NO		asap000027	SI		asap000027	NO				
asap000027	asap000028	SI		asap000029	NO							
asap000028	asap000029	NO		asap000029	SI		asap000029	NO				

asap000028	asap000029	NO		asap000029	NO		asap000029	SI				
asap000029	asap000030	SI	C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt45.txt	asap000031	SI		asap000032	SI	C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt48.txt	asap000033	SI	C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt49.txt
asap000031	asap000034	SI	C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt46.txt	asap000035	SI		asap000036	NO				
asap000035	asap000037	NO		asap000038	NO		asap000039	SI	C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt47.txt			

10. Ficheros de parámetros de la taxonomía empresarial.

FICHERO	CLV_PAR	CLV_TRAN	ERPCLAVE	VALOR_C	VALOR_P
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt1.txt	psap000026	tsap000005	V_T438M_V/VRMOD	2	30
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt1.txt	psap000027	tsap000005	V_T438M_V/VRMOD	2	30
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt2.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.1
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt2.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MPS/C/A
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt3.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.1	E
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt4.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.1	P1
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt4.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.1	3
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt4.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.1	10
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt5.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.1	0
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt5.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.1	15
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt6.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.2
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt6.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MPS/C/B
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt7.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.2	W
C:/mySAPR3/Parametrizacion/prt8.txt	psap000044	tsap000008	MDIP/DISPR	G.2	2

C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt8.txt	psap000045	tsap000008	MDIP/DISPR	G.2	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt9.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.2	P2
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt9.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.2	3
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt9.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.2	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt10.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.2	5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt10.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.2	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt11.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.3
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt11.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MPS/C/C
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt12.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.3	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt13.txt	psap000044	tsap000008	MDIP/DISPR	G.3	2
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt13.txt	psap000045	tsap000008	MDIP/DISPR	G.3	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt14.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.3	P2
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt14.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.3	3
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt14.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.3	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt15.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.3	5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt15.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.3	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt16.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.4
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt16.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MPS/F/A

C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt17.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.4	E
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt18.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.4	P3
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt18.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.4	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt18.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.4	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt19.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.4	0
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt19.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.4	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt20.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt20.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MPS/F/B
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt21.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.5	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt22.txt	psap000044	tsap000008	MDIP/DISPR	G.5	1
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt22.txt	psap000045	tsap000008	MDIP/DISPR	G.5	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt23.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.5	P4
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt23.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.5	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt23.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.5	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt24.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.5	5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt24.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.5	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt25.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.6
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt25.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MPS/F/C

C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt26.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.6	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt27.txt	psap000044	tsap000008	MDIP/DISPR	G.6	1
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt27.txt	psap000045	tsap000008	MDIP/DISPR	G.6	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt28.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.6	P4
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt28.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.6	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt28.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.6	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt29.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.6	5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt29.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.6	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt30.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.7
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt30.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MRP/C/B
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt31.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.7	M
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt32.txt	psap000047	tsap000008	MDIP/DISPR	G.7	1
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt32.txt	psap000048	tsap000008	MDIP/DISPR	G.7	M
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt33.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.7	P5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt33.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.7	3
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt33.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.7	5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt34.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.7	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt34.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.7	15

C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt35.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.8
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt35.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MRP/C/C
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt36.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.8	M
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt37.txt	psap000047	tsap000008	MDIP/DISPR	G.8	2
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt37.txt	psap000048	tsap000008	MDIP/DISPR	G.8	M
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt38.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.8	P6
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt38.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.8	3
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt38.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.8	5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt39.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.8	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt39.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.8	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt40.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.9
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt40.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MPS/F/B
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt41.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.9	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt42.txt	psap000044	tsap000008	MDIP/DISPR	G.9	2
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt42.txt	psap000045	tsap000008	MDIP/DISPR	G.9	W
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt43.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.9	P7
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt43.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.9	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt43.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.9	5

C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt44.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.9	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt44.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.9	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt45.txt	psap000028	tsap000006	T401T		G.10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt45.txt	psap000029	tsap000006	T401T		MRP/F/C
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt46.txt	psap000037	tsap000008	MDIP/DISPR	G.10	M
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt47.txt	psap000047	tsap000008	MDIP/DISPR	G.10	1
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt47.txt	psap000048	tsap000008	MDIP/DISPR	G.10	M
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt48.txt	psap000030	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.10	P8
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt48.txt	psap000031	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.10	10
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt48.txt	psap000032	tsap000007	V_T024D/DISPR	G.10	5
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt49.txt	psap000034	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.10	15
C:/mySAPR3/ Parametrizacion /prt49.txt	psap000035	tsap000007	V_438M_U/DISPR	G.10	15

ANEXO III - GLOSARIO

Este anexo muestra un pequeño diccionario de términos relativos a la planificación de materiales, subdominio elegido para el prototipo.

Activity Chain	Activity Chain es el archivo que contiene la lista de los artículos a planificar, que utiliza el MRP con cambio neto para decidir el siguiente artículo a tratar
Artículo	Cualquier elemento codificable de una estructura, ya sea item de ventas, aparato padre, grupo, subgrupo o componente.
Available	Indica la disponibilidad de material en un periodo, teniendo en cuenta la disponibilidad en el periodo precedente y lo ordenado y las necesidades brutas del periodo (considerando previsiones y demanda real).
Available to promise	Indica la posibilidad real de material en un periodo, ya que considera solo la demanda real y no considera la disponibilidad de periodos precedente a no ser en el pasado.
Bill of Material	Elenco de materiales de un artículo.
Capacidad	Posibilidad de producción de un centro de trabajo, calculada como la suma de los recursos de máquinas o de mano de obra de que dispone en cada momento, pudiendose distinguir entre capacidad máxima, normal y estimada
Carga	Volumen de trabajo previsto en función de las órdenes programadas.

Catálogo	Clasificación que permite agrupar artículos de forma personalizada.
Centro de Trabajo	Cualquier máquina o recurso utilizable en el ciclo de fabricación de un aparato.
Ciclo Alternativo	Ciclo de fabricación de un artículo que difiere del Ciclo Principal en al menos una operación.
Ciclo Principal	Lista o secuencia de operaciones necesarias para la fabricación de un artículo.
Ciclo Representativo	Secuencia de recursos asociados a la fabricación de un artículo, utilizada para la obtención del Plan Maestro de Producción.
Consumo	La elaboración mediante la cual se reduce el valor de las previsiones en función de la demanda efectiva, evitando de esta forma duplicar la planificación
Contrato Marco	Acuerdo a largo plazo con un proveedor para el suministro de materiales y/o servicios. A grandes líneas, debe especificar un periodo de validez, un volumen de negocio.
Control por proyecto	Indica si un artículo estará siempre controlado por proyecto (órdenes, necesidades y almacenes separados), no lo estará nunca o lo estará o no dependiendo de la estructura donde se use.
Coste Acumulado	Es la suma del coste incremental de un artículo, y los costes agregados de los artículos de primer nivel de su estructura.
Coste Agregado	Es el producto del coste incremental de un artículo por el número de veces que éste aparece en un nivel de una estructura.
Coste Incremental	Es el valor añadido para los artículos de producción interna y el Coste de Compras para los materiales de compras.
Coste Standard Congelado	Coste estándar de un artículo calculado al inicio de cada nuevo año fiscal, permaneciendo invariable a lo largo del mismo.
Coste Standard Planificado	Utilizado durante el cálculo de coste para la evaluación de nuevos proyectos.

Coste Standard Real	Coste estándar de un artículo calculado al inicio de cada nuevo año fiscal, y que se revisa a lo largo del año en función de las actividades industriales.
Demanda efectiva	Se define demanda efectiva aquella que realmente da lugar a retirada del material del almacén y a expediciones
Due-date	Fecha en la que debe estar disponible la cantidad pedida en una orden
Estado de la orden	Identifica el momento en que se encuentra dentro de su ciclo de vida
Existencia	Cantidad de un artículo almacenada en el establecimiento para el que se planifica el artículo, incluyendo tanto el disponible como la cantidad reservada para órdenes a punto de ser lanzadas a la fábrica
Horizonte de planificación	Arco temporal que define la visibilidad del sistema, debe ser lo bastante amplio como para definir previsiones que permitan dimensionar la empresa a largo plazo
Horizonte MRP (Commit)	Arco temporal que establece la barrera entre el MPS y el MRP indicando cuando se desea que las órdenes MPS sean desarrolladas a todos los niveles por el MRP
Lead Time	Número de días de trabajo que pasa entre el comienzo de una orden y la disponibilidad del material resultante
Lead Time acumulativo	Representa el tiempo necesario para completar un producto asumiendo que ninguno de sus componentes de cualquier nivel está disponible
Lead Time Administrativo	Tiempo a disposición de un planificador/comprador para emitir órdenes de compras de materiales relativas a una propuesta de compras.
Lead Time de Aceptación	Tiempo transcurrido desde que el proveedor entrega el material, y éste es aceptado.
Lead Time de ajuste	Indica cuanto tiempo después de la apertura de una orden es necesario un componente.

Lead Time de Aprovisionamiento	Tiempo transcurrido desde la aceptación de una orden por parte del proveedor hasta que suministra el material.
Límite de confirmación	Establece el momento en que el MRP o el MPS no realizan modificaciones, estas se deben hacer manualmente.
Límite de la demanda	Momento en el cual las previsiones dejan de tenerse en cuenta en la planificación de órdenes
Límite de replanificación	La fecha más lejana a la fecha actual en la que existe una orden que se puede considerar ordenado en firme
Listo para el lanzamiento	Barrera temporal que comprende el LT del artículo más el tiempo necesario de preparación de la orden y control de los materiales. Se utiliza para calcular la fecha de inicio de la orden en función de la fecha necesaria de entrega.
Método de planificación	Establece para cada artículo si será planificado por el MPS, el MRP o no será planificado en automático.
Modificador de orden	Parámetro que utiliza el MRP para modificar las cantidades de las órdenes calculadas
Necesidad bruta	Cantidad necesaria de un artículo obtenida después de realizar el proceso de consumo utilizando el conjunto de necesidades dependientes e independientes de la parte.
Necesidad dependiente	Es aquella necesidad de un artículo que proviene de una orden de producción de algún artículo de en nivel superior según la estructura de producto
Necesidad independiente	Es aquella necesidad de un artículo que crea manualmente el usuario o que proviene directamente de previsiones u órdenes cliente
Necesidad neta	Cantidad de un código que es necesaria tener disponible para una fecha dada , obtenida restando a las necesidades brutas la existencia en el almacén y lo ordenado en firme
Operación	Cada uno de los pasos de un ciclo. Está asociado a algún recurso (hombre, máquina, etc.), pudiendo ser cuantificable.

Orden	Cantidad de un artículo que hay que producir, comprar o transferir para satisfacer la demanda productiva en cada sede
Ordenado en firme	Conjunto de órdenes confirmadas o lanzadas en fábrica
Periodo de planificación	Indica el periodo de tiempo en que se desea agrupar el plano obtenido por el MPS o el MRP para la visualización de dicho plano.
Plan Operativo de Compras	Específico de un material de compras. Muestra en cada periodo de planificación, las necesidades y órdenes relativas al material de compras, y su estado (planificado, confirmado, abierto, etc.).
Planificador	Persona responsable de la planificación de un artículo: seguimiento de las órdenes, retrasos, falta de material, etc.
Planning Bill	Estructura utilizada para definir las previsiones: el nivel más alto de esta estructura lo forman las familias de producto y se definen los componentes de cada familia en función de unos porcentajes según la situación del mercado y la configuración de la familia
Política de orden	Parámetro utilizado para calcular la fecha y la cantidad de la orden
Previsión	Representa, en forma de cantidad y fecha las perspectivas de mercado
Sede	Cada una los centros dedicados a planificación de la empresa, entendiendo tanto los centros productivos como aquellos que solo dispongan de almacenes o dedicados a la compra de componentes
Tipo de artículo	Parámetro que indica a la planificación MRP o MPS que tipo de orden debe generar para cubrir la demanda de cada artículo: compras, producción o transferencia.