

MODELOS DE SISTEMAS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN ORGANIZATIVOS. UNA APLICACIÓN EN UNA PYME VALENCIANA.

Fernando J. Peris Bonet; Manuel Monreal Garrido
Universitat de València.

RESUMEN

En este trabajo recogemos aspectos referidos a la reingeniería de procesos y a su relación con el diseño y desarrollo de sistemas de información organizativos basados en modelos de sistemas y auspiciados por la implantación y el desarrollo de las tecnologías de la información. En concreto, al hablar de modelos de sistemas, nos estamos refiriendo a la metodología conocida como *orientación a objetos*, la cual, si bien nació en el ámbito estrictamente informático, ha trascendido dicho ámbito y ha llegado a utilizarse para el análisis y reingeniería de procesos de negocio. Presentamos, de forma extractada, una experiencia realizada recientemente en una Pyme valenciana, como caso de estudio.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca dentro de las líneas de investigación que actualmente realizan los autores del mismo, y supone una síntesis concisa de algunos temas relevantes que, dentro del área de Organización de Empresas, y más concretamente en los aspectos de diseño y desarrollo organizativos, están llevando a cabo dichos autores. Recogemos aquí una vertiente referida a la reingeniería de procesos y a su relación con el diseño y desarrollo de sistemas de información organizativos basados en modelos de sistemas y auspiciados por la implantación y el desarrollo de las tecnologías de la información. En concreto, al hablar de modelos de sistemas, nos estamos refiriendo a la metodología conocida como *orientación a objetos*, la cual, si bien nació en el ámbito estrictamente informático, ha trascendido dicho ámbito y ha llegado a utilizarse para el análisis y reingeniería de procesos de negocio¹. Presentamos, de forma extractada, una experiencia realizada recientemente en una Pyme valenciana, como caso de estudio.

En cualquier metodología de reingeniería de procesos de negocio (BPR) existen unas etapas de diseño de los procesos, las cuales necesitan disponer de métodos de representación formal que faciliten la comunicación entre los componentes del equipo de diseño y su entorno. Entre tales métodos de representación formal ocupan un importante papel, sin lugar a dudas, los proporcionados por la Orientación a Objetos, la cual permite de forma más natural la representación de la realidad de los sistemas complejos, aun cuando existen actualmente otros paradigmas en T.I. que tienen vigencia y suficiente utilidad para el desarrollo de sistemas de información en diferentes ámbitos y situaciones². Como señalan Hammer y Champy (1993, 1994), la reingeniería de procesos consiste en “*la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costes, calidad y rapidez de servicio*”. Una vía para conseguir tales mejoras dramáticas, como señalan Davenport y Short (1990), consiste en “*aplicar las posibilidades de las tecnologías de la información al rediseño de los procesos de negocio*”. Para estos autores, los procesos de negocio y las T.I. forman una unión natural e indisoluble.

LA ORIENTACIÓN A OBJETOS. UNA BREVE DESCRIPCIÓN.

La orientación a objetos es ya un paradigma maduro en ingeniería del software y perfectamente trasladable a otras áreas de conocimiento, consistente en un conjunto de métodos y técnicas que permiten construir modelos de sistemas basados en los conceptos de Objetos. Es una técnica de modelización aplicable, en principio a sistemas abiertos, dinámicos y discretos. Lo que es importante indicar y destacar para

¹ A este respecto, cabe citar las aportaciones de Jacobson (1994), Hamer y Champy (1993, 1994), Davenport y Short (1990), Davenport (1993, 1996), y los trabajos de Malone et al. (1993) en el Center for Coordination Science del M.I.T.

² Análisis estructurado, modelo entidad/relación, arquitectura cliente/servidor, etc.

delimitar el ámbito de aplicación de esta metodología, y que explica su difusión más allá del ámbito informático. La orientación a objetos permite una mejor aproximación a la forma de pensar de los humanos y hace más comprensibles los modelos empleados.

La O.O. ofrece un modo de razonar a un nivel superior de *abstracción*, integrando información y comportamiento, así como reduciendo la sobrecarga de información por medio de la ocultación de detalles. Al desarrollar un sistema, en este caso un sistema de información organizativo, podemos representar el mundo real por medio de un modelo basado en los objetos que pertenecen al mismo. Con ello conseguiremos reducir el salto semántico entre el mundo real y los modelos que pretenden representarlo, captando las necesidades y los requerimientos de información de forma más fácil y con mayor fidelidad.

Dentro de las múltiples definiciones de Objeto que aparecen en la literatura especializada, seleccionamos aquella que dice que un Objeto es la *representación de un concepto*. Aspecto clave éste, pues los humanos acostumbramos a pensar en términos de objetos, y entendemos el mundo en parte gracias a la identificación de dichos objetos por tipos o *clases*. He aquí pues, que aparece un primer mecanismo básico de abstracción: la *clasificación*.

Al suponer la representación de un concepto, un objeto contendrá una serie de propiedades que se concretarán, generalmente, en unos atributos. Dichos atributos se instanciarán o representarán en forma de *información*. Por otro lado, y como sistemas abiertos que son, los objetos se caracterizan por el modo en que interactúan con otros objetos de su ámbito próximo. Dicha interacción describe el *comportamiento* de los objetos. Un objeto, por tanto, viene definido por sus *atributos y sus operaciones*. Un modelo de objetos, por su parte, consiste en un conjunto de entidades, los objetos, pertenecientes a algún tipo o *clase*, que colaboran entre sí para desempeñar o proporcionar una serie de servicios, todo ello por medio del intercambio de mensajes. En el modelo de objetos distinguiremos dos tipos de visión: la externa y la interna. La visión externa refleja únicamente la existencia de los objetos y los mensajes y/o servicios que se intercambian, en un planteamiento de *caja negra*. La visión interna incluye el propio estado de los objetos, los valores que toman sus atributos, así como las operaciones que realizan a consecuencia de los mensajes que reciben. En la figura 1, se representa la estructura interna de un objeto, la cual da una idea precisa de su carácter de sistema, y más concretamente de sistema abierto³. La Orientación a Objetos se fundamenta en tres pilares básicos:

- La ocultación de la información y la encapsulación.
- La abstracción y la clasificación.
- La herencia y el polimorfismo.

De los cuales no vamos a hacer más que una breve descripción, en este apartado y una referencia de alguno de ellos en el apartado siguiente, en cuanto a la aplicación de la O.O. en la reingeniería de procesos.

La *encapsulación* implica agrupar en una sola entidad lógica (a modo de caja), datos y operaciones sobre esos datos. Por ejemplo, un proceso mecanizado de facturación en el que se accede directamente a la información del producto, se modifica el estado de su stock en almacén y al mismo tiempo se consultan las condiciones comerciales, se imprime la factura y se modifica el saldo contable del cliente. Existen aquí diferentes actividades sobre tres entidades u objetos diferenciados contenidas en una misma caja o componente: el programa o proceso mecanizado de facturación. Para la O.O., dicho programa no ofrece una encapsulación adecuada. Para mayor claridad, si se tratara de un proceso manual, y en vez de un programa informático se tratara de las acciones de una persona responsable, equipo o sección que realizara tales cometidos, estaríamos asistiendo a un proceso heterogéneo de diferentes actividades, manejando información de distinta índole y naturaleza. Encapsulación, pues, implica que cada componente ha de estar sólo relacionado con los aspectos que maneja, los datos y su manipulación.

La *ocultación de la información* implica el que cada componente (objeto) sepa lo mínimo posible de los otros, y a su vez proporcione la mínima información posible sobre sí mismo. Claro está que dicha ocultación de la información no tiene la connotación negativa que a priori puede significar. Lo que realmente quiere decir es *ocultación de los detalles no necesarios*. Por ejemplo, en un proceso en el que un objeto solicita a otro el saldo de un cliente, el objeto solicitante no necesita conocer cómo está estructurada ni representada internamente la información en el objeto proveedor, ni qué cálculos, subrutinas o procedimientos son necesarios para obtener la información. Sólo ha preocuparse de cómo hacer la solicitud de información a través de la interface externa del otro objeto, siendo coherente el mensaje entrante con dicha interface.

³ Como señala Churchman (1968), examinando el significado y los componentes de un sistema: 1) los objetivos del sistema y sus medidas de actividad; 2) el contorno del sistema y las restricciones fijas; 3) los recursos del sistema; 4) los componentes del mismo, sus actividades, metas y medidas de actividad; 5) la dirección del sistema.

En cuanto a la *abstracción*, y aplicando la encapsulación y ocultación antes citadas, podemos realizar representaciones abstractas de los conceptos que resulten más interesantes para el diseño de sistemas de información. En cualquier proceso de negocio, podremos extraer los conceptos más característicos que estamos tratando: proveedores, materias primas, métodos de trabajo, empleados, máquinas, productos, almacenes, clientes, etc., haciéndolo con todas las características inherentes a cada una de las entidades del modelo⁴. Al realizar abstracciones de este tipo, se están clasificando dichas entidades del dominio del modelo en *clases*.

Así, por ejemplo, la clase "cliente" describe a todos los clientes que reúnen unas características determinadas, y no a un cliente en concreto (un objeto), el cual resultará de una instancia particular de una clase. Por otro lado, existe la posibilidad de tener diferentes tipos de clientes: mayoristas, minoristas, compradores habituales del producto tipo A, del tipo B, clientes nacionales, extranjeros, etc. En todos los casos, determinadas informaciones y operaciones serán comunes, pero en cada caso existirá una especialización en cuanto a información y datos que se manejan, así como en operaciones y tratamientos de la información.

En esta situación, se puede definir una clase abstracta o *metaclass* de cliente, que recoge las características comunes a todos los clientes, datos y operaciones, información y comportamiento, para redefinir posteriormente nuevas clases más especializadas o *subclases* de clientes que *heredarán* las características de las clases superiores, llamadas también *superclases*, y añadirán las suyas propias.

La *herencia*, por tanto, permite describir entidades o clases por diferencia entre ellas mismas, con una peculiaridad que la diferencia con respecto a la herencia biológica propiamente dicha, por cuanto que en ésta última los rasgos comunes transmitidos por los progenitores a sus hijos se heredan siempre de dos padres, mientras que la herencia en O.O. se puede producir a través de un sólo padre, de dos o más padres. Es lo que se denomina *herencia múltiple*. La subclase "cliente minorista" con respecto a la clase "cliente", las subclases "silla", "butaca", "mesa" con respecto a la clase "mueble", son ejemplos claros de herencia simple. Podemos también definir subclases heredadas de otras clases, por ejemplo: vehículo anfibia, el cual proviene de las clases "coche" y "barco". En todo caso, es pertinente hablar de la "*jerarquía de clases*" como el grafo dirigido que describe en forma arborescente el proceso de derivación de las diferentes clases y subclases.

Finalmente, el *polimorfismo* evita la exagerada proliferación y descomposición en subclases cada vez más especializadas debido a determinadas operaciones que son muy específicas para determinadas instancias de clases (objetos). Para ello se definen operaciones *diferidas* o *virtuales* en las clases abstractas, las cuales tendrán un comportamiento diferente (polimórfico) en cada subclase o instancia particular. Dichas operaciones quedan ya especificadas en la clase abstracta, y aseguran la cohesión con las subclases derivadas. Por ejemplo, en la clase "cliente" queda especificada la operación "calcular descuento" y asegura que todo cliente tenga una operación asociada de esta naturaleza, sea el tipo que sea el cliente.

Para finalizar este apartado, resulta interesante destacar las diferentes corrientes o enfoques que han surgido en orientación a objetos, que sí bien comenzaron a ser desarrollados por diferentes grupos o escuelas, con distintos orígenes, métodos de trabajo y áreas de aplicación, trabajando en paralelo fundamentalmente a finales de los años 80 y comienzo de los 90, lo que propició en un primer momento una cierta confusión y una creencia en la falta de madurez de la Orientación a Objetos, lo cierto es que en los últimos tiempos estamos asistiendo hacia una conversión y aparente integración de tales enfoques.

En todo caso, la utilización combinada de los diferentes enfoques y sus metodologías asociadas supone un uso complementario más que alternativo y excluyente, aportando cada uno de ellos lo que se ha venido a denominar "*planos del modelo*" de objetos, cuyo verdadero objetivo es la construcción de modelos de sistemas robustos.

El primero de los planos, denominado *estático* o *estructural*, describe los elementos que componen el sistema: las clases y los objetos que derivan de éstas, sus características y las relaciones existentes entre ellos. (Rumbaugh., 1991). El segundo plano, llamado *dinámico*, describe cómo interactúan los objetos del modelo⁵, mientras que, en otro orden de cosas, está el "*plano de servicios*"⁶, llamado también *diseño orientado a responsabilidades*, que introduce técnicas de escalación por subsistemas.

⁴ Lo que implica no sólo la consideración de sus propiedades esenciales estáticas a la hora de diseñar las bases de datos que los modelizan, sino también tener en cuenta sino su comportamiento, las interdependencias y los patrones de interacción entre ellos.

⁵ Booch (1994, 1996), Rumbaugh (1991), Shalaer y Mellor (1992).

⁶ Wirfs-Brock (1990), Jacobson (1994).

Dentro del plano estructural se definen la jerarquía de clases, sus definiciones características y reglas, así como las relaciones entre las clases, tal y como muestra la figura 2, y que se sintetizan en las siguientes (Rumbaugh, 1991):

- **Asociación:** relaciones de tipo lógico, semántico o funcional entre las clases, definidas bien por un nombre, por la definición del rol que cada clase tiene en la relación, o por un cardinal (especificación de cuántos objetos de una clase se relaciona un objeto de la clase opuesta).
- **Agregación:** asociaciones con un factor añadido de dependencia en cualquiera de los tipos siguientes: “*está incluido en*”, “*pertenece a*” o “*está formado por*”. Estas asociaciones están definidas por un nombre y por una cardinalidad, sobre todo por la parte de la clase dependiente.
- **Clasificación:** relaciones bajo la forma “*ser del tipo de*”, que permiten la clasificación de las clases y facilitan los mecanismos de especialización y generalización en la construcción del modelo de objetos.

El plano dinámico trata de describir las interacciones de los objetos en el sistema, al menos las más relevantes, ya que es imposible establecerlas todas. La idea básica en este plano consiste en que los objetos reaccionan a dos tipos de sucesos o eventos, tal y como muestra la figura 1: a) mensajes de otros objetos; b) eventos internos de tiempo producidos por temporizadores (Shlaer y Mellor, 1992), y que afectan a la información interna del objeto.

En cuanto al plano de servicios, conviene destacar que los anteriores modelos tienen dificultades cuando se trata de modelos muy grandes, traduciéndose dicha dificultad en la concreción de atributos y operaciones. Con frecuencia resulta más interesante definir el modelo en los términos que lo hace Wirf-Brock (1990), con una metodología denominada *orientación a responsabilidades*, y ampliando el concepto de objeto de la siguiente forma: “*una clase de nuestro sistema es un elemento responsable de gestionar información y suministrar servicios*”. La interacción entre los objetos (o las clases de objetos) se puede definir de muchas maneras. Quizás la más habitual es hacerlo en términos *cliente-servidor*. Un objeto servidor proporciona un servicio, que es usado por un objeto cliente, del cual diremos que precisa de una colaboración. En la prestación de los servicios se requerirá, en general, la colaboración de otras clases de objetos. En este enfoque, existen dos importantes elementos: los patrones de interacción y los subsistemas.

Una *patrón de interacción (patterns)* entre objetos representa el modo en que uno de ellos usará un servicio concreto del otro. Las clases de objetos especificarán los servicios que proveen y las colaboraciones que requieren para ello sus objetos. De esta manera se especifican las clases independientemente de su contenido (atributos y operaciones), sólo en términos de sus interfaces con el exterior.

El concepto de *subsistema* facilita la descomposición de sistemas complejos en otros sistemas más sencillos y manejables. En Orientación a Objetos, se han realizado diferentes ensayos para utilizar conceptos similares, entre los que destacamos las categorías de clases de Booch (1994, 1996), los dominios de Shlaer y Mellor(1992), y los subsistemas de Wirfs-Brock (1990). La técnica de los subsistemas provee un estilo de modelizar iterable o escalable, ya sea de arriba abajo (*top-Down*), descomponiendo progresivamente el sistema en unidades más pequeñas o subsistemas hasta llegar al nivel de las clases, o bien al revés, de abajo arriba (*bottom-up*), componiendo las clases para ir formando subsistemas. Lo cierto es que ambas técnicas son prácticamente ortogonales, y una adecuada combinación de ambos caminos produce los mejores resultados.

REINGENIERIA DE PROCESOS Y ORIENTACIÓN A OBJETOS. UN CASO DE ESTUDIO

INTRODUCCIÓN

En primer lugar, exponemos algunas ideas básicas que nos ayudarán a sintetizar la exposición del caso de estudio que presentamos. Acerca de los pasos a dar para conseguir la innovación de procesos Davenport (1993) identifica los siguientes: 1) identificar los procesos candidatos a la innovación; 2) identificar los factores facilitadores del cambio; 3) desarrollo de las visiones de los procesos; 4) comprensión de los procesos existentes; 5) diseño y prototipo de nuevos procesos. Sin duda, la aplicación de la metodología de objetos facilita las acciones a realizar en los pasos 1, 4 y 5, permitiendo una mejor representación de los procesos y una más rápida y fácil implementación del sistema de información organizativo que ha de dar soporte al nuevo proceso. Entre las diferentes definiciones de proceso, destacamos las de Davenport y Short (1990), según los cuales “*un proceso es un orden específico de las actividades del trabajo a través del tiempo y el lugar, con un principio, un fin, y con entradas y salidas claramente identificadas*”, y la de Hammer y Champy (1993, 1994), para los que un proceso consiste en “*una serie de activi-*

dades que, tomadas conjuntamente, producen un resultado de valor para el cliente". La correcta definición del tipo de procesos facilitará la mejor comprensión de la red de actividades que se realizan en una organización. Siguiendo a Davenport y Short (1990) se pueden distinguir diferentes tipos de procesos, dependiendo de lo que estos autores definen como: entidades, objetos y actividades, y establecen el papel que juegan las tecnologías de la información, tal y como muestra el cuadro 1.

LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO. ANTECEDENTES.

Presentamos la experiencia de reingeniería de los procesos de planificación y gestión de fabricación, así como de procesos de gestión comercial y administrativa de una Pyme del sector metalúrgico en la Comunidad Valenciana, sustentada con la implantación de un sistema integrado de información. En el cuadro 2 se ofrecen, de forma sinóptica, algunos factores de contingencia y otros aspectos que caracterizan a dicha empresa.

Se trata de una empresa dedicada a la fabricación de lámparas y productos auxiliares de iluminación, radicada en un polígono industrial próximo a la ciudad de Valencia. De origen familiar, fue fundada en 1905 y actualmente se encuentra en el tránsito de la tercera a la cuarta generación de gestores de la empresa. En sus comienzos, su organización industrial estuvo basada en el modelo de taller artesanal, fabricando productos en bronce de excelente calidad y diseño, perdurando hasta mediados de los años 60 en los que la empresa adoptó extensivamente los principios de administración científica, fruto de la formación académica de la generación familiar que tomaba el relevo. En aquellos tiempos de gran demanda de productos de mediana calidad y bajo coste que se compaginaban con la línea tradicional de productos de alta calidad y precio, la empresa experimentó un importante crecimiento y se produjo un primer cambio radical en el sistema de producción, al establecerse secciones productivas especializadas, con una división exhaustiva del trabajo, establecimiento y normalización de métodos de trabajo, introducción de cronometrajes, etc., abandonando el modelo artesanal tradicional, aun cuando los mecanismos de coordinación a través de la adaptación mutua y la supervisión directa seguían siendo muy utilizados debido a múltiples interdependencias del trabajo y a su permanente naturaleza artesanal.

La producción pasó a planificarse temporalmente, distribuida en el tiempo en tres subplanificaciones o bloques: aprovisionamiento, mecanización, y decorado-montaje final, con una horizonte temporal de dos semanas cada una, escalonadas y solapándose en el tiempo. En principio la duración estándar de fabricación de un producto estaba establecida entre 35 y 45 días, pero los retrasos en muchas ocasiones doblaban ese plazo. En dicha planificación se realizaba la explosión de materiales mediante las *listas de materiales* de cada unidad de producto a fabricar, estableciendo las necesidades de materiales, la actualización de inventarios y los pedidos a proveedores. Por otro lado, se establecían también para cada sección productiva la carga de trabajo mediante los tiempos de fabricación que figuran en los *escandallos* de cada modelo. La forma básica de fabricación es por pedido, además de una cierto nivel de producción destinado a la reposición de inventario de algunos productos de alta rotación. La gestión de inventarios se realizaba mediante el método clásico de lote económico. La fabricación de productos finales está basada en una descomposición modular, fabricando partes o subconjuntos de lámparas que posteriormente son armadas y montadas en diferentes versiones. Se dispone de tres almacenes: materias primas, almacén intermedio de subconjuntos y almacén final de productos terminados.

La informática entró en la empresa a mediados de los setenta para cubrir los aspectos de facturación y de contabilidad como primer objetivo. Curiosamente, los aspectos de gestión de fabricación y planificación de la misma habían comenzado a ser tratados informáticamente antes, pero bajo la forma de servicio externo al contratar los servicios de un centro de cálculo, que había realizado previamente el análisis, diseño y desarrollo de la aplicación, y facilitaban periódicamente los listados e informes necesarios para la gestión de fabricación.

A mediados de los 80, la empresa desarrolló la misma aplicación informática y el departamento de administración pasó a prestar dicho servicio, si bien no supuso ningún tipo de integración con los sistemas de información existentes, creándose un subsistema de información aislado y paralelo que ha perdurado hasta mediados de los 90, en que se replantearon las cosas y propició el cambio y la innovación de procesos que presentamos. A finales de los 80, se implantó una red local con el único objeto de aliviar la concentración del servicio informático en el departamento de administración, con la que se compartían recursos comunes, pero sin realizar ningún tipo de integración.

En cuanto su clientela, conviene destacar que esta empresa tiene una gran tradición exportadora. Comenzó a exportar a comienzos de los años 60, y actualmente un 65% de su cifra de negocio proviene de la exportación, básicamente USA, Canadá y algunos países de la actual Unión Europea, que ha venido a compensar la paulatina pérdida de cuota de mercado nacional debido a la fuerte competencia de otras empresas con menor dimensión y costes fijos menores, en un sector muy maduro, de baja rentabilidad y alta rivalidad competitiva. Calidad, diseño exclusivo y alto valor de sus productos, son aspectos a los que

no se ha querido renunciar, descartando competir en segmentos de productos de gama inferior. Por otro lado, la diversidad de clientes extranjeros incide muy directamente en la fabricación, ya que cada país tiene unas especificaciones y requerimientos muy concretos en cuanto acabado final de los productos: instalación eléctrica, sistemas de fijación al techo, tamaño de algunos componentes del producto, normas de seguridad, etc., lo que complica la fabricación y su programación.

Por otro lado, la empresa había tenido, hasta hacía bien poco, la orientación o visión clásica producto-cliente. Es decir, desarrollar productos y luego buscar clientes para ellos a través de la fuerza de ventas. La fabricación estaba muy estandarizada, los procesos eran muy rígidos y los plazos de servicio largos. Los pedidos especiales, con variaciones sobre el modelo original, sucedo cada vez más frecuente, eran apartarlos del flujo normal de trabajo y obligaban a un rediseño de planos, listas de materiales e incluso de métodos de trabajo, lo que disparaba el coste. No podía ser de otro modo con los sistemas de información existentes y con el carácter burocrático-funcional del subsistema de fabricación. Por su parte, el departamento comercial, ante compromisos de plazos de entrega y ante reclamaciones de los clientes por los retrasos de sus pedidos, tenía dificultades para dar respuestas adecuadas, y en numerosas ocasiones se perdían pedidos con variaciones especiales solicitadas por los clientes, por desatención o respuesta tardía del departamento de fabricación.

Por tanto, la calidad de servicio y de atención al cliente se veían constantemente afectadas por la desconexión entre el subsistema de fabricación y los subsistemas comercial y administrativo. Era evidente que cada vez eran más los clientes que solicitaban productos diferenciados y personalizados. Al fin y al cabo, una lámpara, al igual que un automóvil, es un bien de consumo que ha de satisfacer las necesidades personalizadas del cliente, aseveraba uno de los responsables de la empresa. Había que tomar, por tanto, decisiones al respecto.

A mediados de los 90, cuando la cuarta generación familiar estaba tomando el relevo, se adoptó una postura de cambio, más o menos radical. Las cosas no podían continuar así y había que replanteárselo todo o casi todo. En cuanto a los procesos candidatos a la innovación, era evidente que había que flexibilizar la producción y ofrecer mayor variedad, mejores plazos y precios competitivos. Aumentar, en definitiva, la calidad de servicio al cliente, integrando definitivamente los subsistemas de producción, comercialización y administración en un sistema de información integrado de la empresa.

Había que revisar los procesos interorganizacionales, interfuncionales e interpersonales existentes, así como establecer aquellos otros inexistentes pero necesarios. Analizar los objetos y entidades relevantes, tanto físicos como de información, y finalmente replantearse las actividades operativas y de gestión existentes hasta la fecha. Los factores facilitadores del cambio eran, sin duda, las ventajas de las tecnologías de la información, hasta entonces desaprovechadas, así como una propensión al cambio que manifestaba el relevo generacional de los propietarios de la empresa, que veían como languidecía la actividad de su empresa y no eran capaces de dar respuestas adecuadas a sus clientes. Por otro lado, numerosos procedimientos y métodos de producción así como aspectos organizativos y de gestión estaban bien planteados y quizás documentados en exceso. Sólo ocurría que resultaban rígidos, lentos e ineficaces por el inadecuado soporte tecnológico de información y por la falta de una visión sistémica del conjunto de la organización.

APLICACIÓN DE LA ORIENTACIÓN DE OBJETOS EN EL PROCESO DE REINGENIERÍA.

En este trabajo no queremos relatar o explicar lo que ha sido el proyecto informático de una empresa, pues esto no tendría ningún interés. Tratamos de exponer cómo una organización, y no necesariamente una gran empresa, que toma conciencia de su situación y de la necesidad de dar un golpe de timón, acomete un proyecto de reingeniería en sus procesos de negocio, y cómo lo sustancia a través de la implantación de un sistema de información integrado que corrija las deficiencias de coordinación existentes, flexibilice y agilice sus actividades y añada valor al servicio hacia sus clientes.

No vamos a hacer una exposición pormenorizada de cómo se realizó el proceso ni una plasmación global de todo el sistema representado por el modelo de objetos, porque esto resulta imposible y escaparía al propósito de este trabajo. Tan sólo nos sirva como un pequeño ejemplo de la utilización de estas técnicas, la representación conceptual que hemos realizado en la figura 2 en la que se establecen las clases de sistema de soporte de iluminación en cada modelo de lámpara. Clases que implementarían sus correspondientes métodos de operación comunes a cada tipo de instalación según el tipo o *clase* de cliente. Tampoco nos vamos a referir a los aspectos de implementación y arquitectura física de los sistemas de información desarrollados. Damos por sentado que este proyecto ha supuesto finalmente la instalación y configuración de una red local extendida por todo el edificio industrial, con estaciones de trabajo ubicadas

en los puntos clave y con una arquitectura cliente/servidor basada en el modelo de gestión *remota* de bases datos y aplicaciones y servicios de presentación de datos *distribuidos*⁷.

Presentamos, eso si, un resumen de los objetivos que se han pretendido lograr así como de los requerimientos básicos que el nuevo sistema debería cumplir o satisfacer.

El sistema integrado de información organizativo no tiene otro propósito que fortalecer la coordinación en los diferentes subsistemas de la empresa, flexibilizar los procesos, reducir los plazos de fabricación y añadir valor para el cliente.

Los requisitos básicos del sistema, por tanto, han de cubrir dichos objetivos, sustanciándose en los aspectos siguientes:

- Monitorización de los procesos en tiempo real para los diferentes responsables implicados en el proceso de negocio: personal comercial, responsables de producción y personal administrativo.
- Mejora en la gestión de la planificación y programación de la producción, consiguiendo una reorganización y reprogramación de actividades casi diaria.
- Obtención de sistemas expertos y reglas de decisión para asistir a los responsables de dicha reorganización.
- Mejoras en la gestión de los materiales: aprovisionamiento, gestión más eficiente de inventarios, flujo y distribución de materiales y componentes por las secciones productivas, etc.
- Asistencia en la generación de nuevos prototipos y productos así como a la mejora e innovación de productos existentes. Mejora de métodos y procedimientos de fabricación, planos, listas de materiales especificaciones técnicas, etc., permitiendo la personalización de productos hacia determinados clientes y aumentando de la gama de productos.
- Agilización de los procesos de presupuestación, cálculo de costes y confección de escandallos. Resolución rápida de requerimientos de información del departamento comercial ante pedidos especiales.
- Agilización de la gestión y la fabricación que se traduzca en un acortamiento de plazos y suponga una reducción global del periodo de maduración de la empresa y se traduzca en una mejora de su situación financiera.

Mientras que el estudio de la estructura organizativa implica la visión estática de una parcela temporal de las relaciones de responsabilidad y subordinación, el análisis de los procesos conlleva una visión dinámica de cómo la organización añade valor a sus actividades. En el cuadro 3 se esbozan ejemplos de algunas de las ventajas que, a nuestro juicio se obtienen al aplicar la orientación a objetos en el análisis de los procesos de la empresa, relacionando dichas ventajas con algunos de los principios y aspectos fundamentales de la O.O., expuestos y comentados brevemente algunos de ellos en el apartado anterior.

CUADRO 1: TIPOS DE PROCESOS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (DAVENPORT, 1993).

DIMENSIÓN Y TIPO DE LOS PROCESOS	EJEMPLO	PAPEL QUE JUEGAN LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
ENTIDADES INTERORGANIZACIONAL INTERFUNCIONAL INTERPERSONAL	PEDIDOS A PROVEEDORES. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS. APROBACIÓN DE UNA OPERACIÓN DE VENTA	REDUCCIÓN DE COSTES DE TRANSACCIÓN. ELIMINACIÓN DE INTERMEDIARIOS. TRABAJO COOPERATIVO A GRANDES DISTANCIAS. MAYOR SIMULTANEIDAD. INTEGRACIÓN DE PAPELES Y TAREAS
OBJETOS FÍSICOS DE INFORMACIÓN	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS. CREACIÓN DE PROPUESTAS	FLEXIBILIDAD EN LOS RESULTADOS. CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE PROCESOS. MECANIZACIÓN DE LAS DECISIONES COMPLEJAS.
ACTIVIDADES OPERATIVAS DE GESTIÓN	SERVIR PEDIDOS DE CLIENTES. DESARROLLO DE UN PRESUPUESTO.	REDUCCIÓN DE TIEMPOS Y DE COSTES. INCREMENTO DE LA CALIDAD. MEJORA EN EL ANÁLISIS. INCREMENTO EN LA PARTICIPACIÓN.

⁷ Bases de datos compartidas, ubicadas en el servidor, y programas de aplicación especializados instalados cada estación de trabajo.

CUADRO 2: ASPECTOS ORGANIZATIVOS DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO.

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA SIMPLE, DE CARÁCTER FAMILIAR, CON CIERTAS CONNOTACIONES DE ESTRUCTURA BUROCRÁTICA. TECNOESTRUCTURA BIEN DESARROLLADA.
EDAD Y TAMAÑO	FUNDADA EN 1905. LA PLANTILLA ACTUAL DE 75 EMPLEADOS, LLEGANDO A CONTAR CON 180 A PRINCIPIOS DE LOS AÑOS 70. AJUSTE SUAVE DE PLANTILLA MEDIANTE AMORTIZACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO. ORGANIZACIÓN MUY MADURA. EDAD MEDIA DE LOS EMPLEADOS RELATIVAMENTE ALTA. ELEVADA CUALIFICACIÓN PROFESIONAL.
SISTEMA TÉCNICO	POCO SOFISTICADO Y ALTAMENTE REGULADO EN ALGUNOS PROCESOS DE FABRICACIÓN. TECNOLOGÍA BÁSICA, Y QUE MANTIENE MÉTODOS ARTESANALES MUY TRADICIONALES.
SISTEMA DE PODER	CENTRALIZADO EN EL ÁPICE ESTRATÉGICO FAMILIAR. LÍNEA MEDIA CASI INEXISTENTE, SÓLO A NIVEL DE JEFES DE DEPARTAMENTO Y TALLER, ENCARGADOS DE SECCIÓN Y JEFES DE EQUIPO EN ALGUNOS CASOS.
ENTORNO	ESTABLE Y SENCILLO.
MECANISMOS DE COORDINACIÓN	FUNDAMENTALMENTE SUPERVISIÓN DIRECTA. IMPORTANTE NORMALIZACIÓN DE PROCESOS DE TRABAJO EN ALGUNAS PARTES DE LA FABRICACIÓN COEXISTIENDO CON PROCEDIMIENTOS ARTESANALES MENOS ESTANDARIZADOS. OBSESIÓN POR EL CONTROL
PARÁMETROS DE DISEÑO	ALTA ESPECIALIZACIÓN Y DIVISIÓN DEL TRABAJO. AGRUPACIONES FUNCIONALES
ESTRATEGIA Y MERCADOS	VISIÓN REACTIVA Y MUY CONSERVADORA. RESISTENCIA AL CAMBIO EXCEPTO CUANDO LAS NUEVAS GENERACIONES DE EMPRESARIOS HAN TOMADO EL RELEVO. CLARA ORIENTACIÓN AL PRODUCTO. ESTRATEGIA DE DIFERENCIACIÓN DEL PRODUCTO Y DE NICHOS DE MERCADO. CLIENTES: MAYORISTAS Y TIENDAS MINORISTAS. TRADICIÓN EXPORTADORA.

CUADRO 3: RELACIÓN ENTRE PRINCIPIOS Y ELEMENTOS DE LA O.O. Y VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE MODELOS DE OBJETOS.

PRINCIPIO DE O.O.	VENTAJAS QUE COMPORTA
ABSTRACCIÓN	PERMITE LA DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE ENTIDADES Y OBJETOS PRESENTES EN EL SISTEMA Y QUE VARÍAN CON EL TIEMPO. PERMITE LA AGRUPACIÓN DE ENTIDADES Y OBJETOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS COMUNES. FACILITA LA AGRUPACIÓN DE ACTIVIDADES SEGÚN AQUELLAS CARACTERÍSTICAS COMUNES.
ENCAPSULACIÓN	MEJOR DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES INTRÍNSECAS DE LOS OBJETOS. Y MEJOR DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETOS SEGÚN SU COMPORTAMIENTO.
MODULARIDAD	FACILITA LA CLASIFICACIÓN DE ENTIDADES Y OBJETOS, ASÍ COMO ACTIVIDADES QUE ESTÁN POCO RELACIONADAS.
HERENCIA	FACILITA EL TRASLADO DIRECTO DE PROPIEDADES Y FUNCIONALIDADES (MÉTODOS Y OPERACIONES) ENTRE DIFERENTES CLASES: CLIENTES, PROVEEDORES, PRODUCTOS, ESTRUCTURAS ORGANIZATIVAS, ETC.
UNIDADES GENÉRICAS	FACILITA EL AISLAMIENTO DE LOS COMPONENTES BÁSICOS DE LAS UNIDADES ORGANIZATIVAS.
METACLASES	PERMITE LA DEFINICIÓN DEL COMPORTAMIENTO BÁSICO DE LAS ENTIDADES, OBJETOS Y ACTIVIDADES GENÉRICAS.
POLIMORFISMO	PERMITE DAR EL MISMO NOMBRE A ACTIVIDADES SIMILARES CON ALGÚN COMPORTAMIENTO DIFERENTE, SEGÚN EL CONTEXTO DONDE SE ESTÉN REALIZANDO.

FIGURA 1: REPRESENTACIÓN SISTÉMICA DE UN OBJETO:

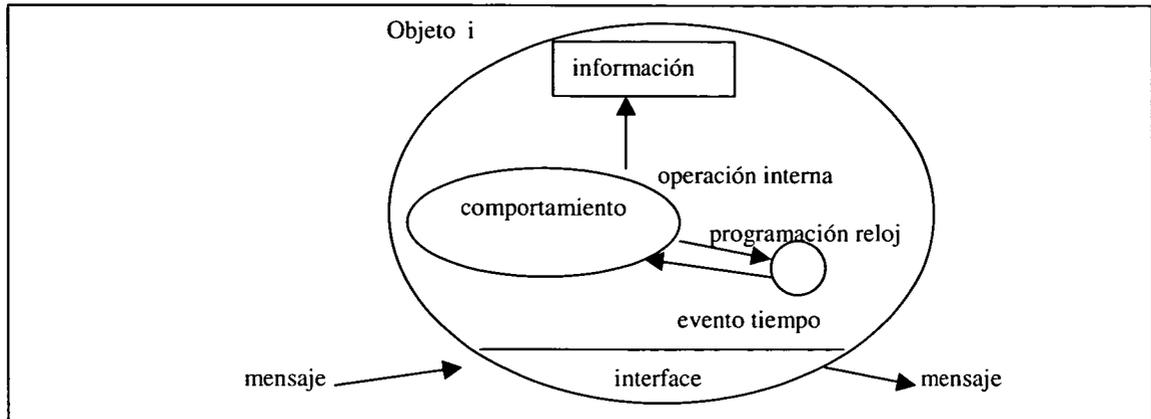
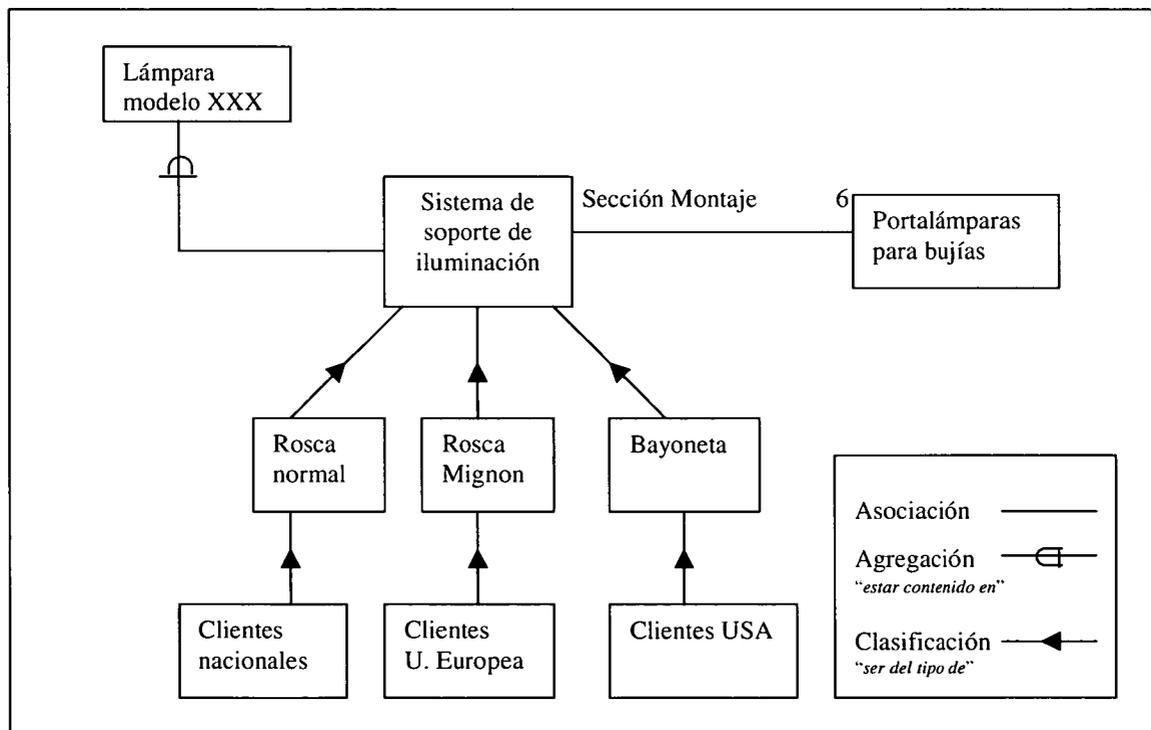


FIGURA 2: EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN EN EL PLANO ESTRUCTURAL DEL MODELO DE OBJETOS:



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOOCH, G. (1994). *OBJECT-ORIENTED ANALYSIS AND DESIGN WITH APPLICATIONS*. CUMMINGS PUBLISHING. REEDWOD. CA.
- BOOCH, G. (1996). *ANÁLISIS Y DISEÑO ORIENTADO A OBJETOS CON APLICACIONES*. ADDISON-WESLEY IBEROAMERICANA. DELAWARE.
- CURCHMAN, C.W. (1968). *THE SYSTEMS APPROACH*. DELACORTE. NEW YORK.
- DAVENPORT, T. Y SHORT, J. (1990). "THE NEW INDUSTRIAL ENGINEERING: INFORMATION TECHNOLOGY AND BUSINESS PROCESS REDESIGN". *SLOAN MANAGEMENT REVIEW*, VERANO, PP. 11-27.
- DAVENPORT, T. (1993). *PROCESS INNOVATION: REENGINEERING WORK THROUGH INFORMATION TECHNOLOGY*. HARVARD BUSINESS SCHOOL PRESS.
- DAVENPORT, T. (1996). *INNOVACIÓN DE PROCESOS: REINGENIERÍA DEL TRABAJO A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN*. DÍAZ DE SANTOS. MADRID.

- HAMMER, M. Y CHAMPY, J (1993). *REENGINEERING THE CORPORATION: A MANIFESTO FOR BUSINESS REVOLUTION*. HARPER COLLINS.
- HAMMER, M. Y CHAMPY, J (1994). *REINGENIERÍA DE LA EMPRESA*. PARRAMÓN EDICIONES. BARCELONA.
- JACOBSON, I. (1994) *THE OBJECT ADVANTAGE. BUSINESS PROCESS REENGINEERING WITH OBJECT TECHNOLOGY*. ADDISON WESLEY. WOKINGHAM.
- MALONE, T., CROWSTON, K., LEE, J. Y PENTLAND, B. (1993). "TOOLS FOR INVENTING ORGANIZATIONS: TOWARD A HANDBOOK OF ORGANIZATIONAL PROCESS". CENTER FOR COORDINATION SCIENCE. M.I.T.
- RUMBAUGH, J. (1990). *OBJECT ORIENTED MODELING AND DESIGN*. PRENTICE HALL.
- SHALAER, S. Y MELLOR, S. (1992). *OBJECT LIFECYCLES: MODELING THE WOLD IN STATES*. PRENTICE HALL.
- VOLTES, P. (1978). *LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS*. HISPANO EUROPEA. BARCELONA.
- WIRFS-BROCK, R. (1990). *DESIGNING OBJECT ORIENTED SOWTWARE*. PRENTICE HALL.