

Una metodología integradora para el desarrollo de los sistemas de información

JORGE M. RODRÍGUEZ DÍAZ

RESUMEN

Este artículo es una síntesis de la tesis doctoral realizada por el autor y dirigida por el Profesor Dr. D. Juan Manuel García Falcón, miembros del departamento de Economía y Dirección de Empresas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. En dicho trabajo de investigación se pone de manifiesto la necesidad de que los analistas de sistemas tengan una sólida formación en organización de empresas a la vez que conocimientos suficientes sobre tecnología de información. A este efecto se propone una metodología de desarrollo basada en unos principios filosóficos y unos instrumentos asumibles por el equipo de trabajo del Departamento.

ABSTRACT

An integrative methodology towards the development of information systems

This article is a synthesis of the author's doctorate thesis as supervised by Professor Juan Manuel García Falcón, in the Department of Economics and Management Science at the University of Las Palmas de Gran Canaria. In this piece of research work, we show the need for system analysts to have a solid grounding in business organization besides the sufficient know-how with respect to info-tech. To this end, a methodology based on philosophical principles has been drawn up using tools which may be assumed by the team in the Department.

Hoy nadie discute el impacto que la tecnología de información tiene en las organizaciones, particularmente a través de los sistemas de información de

apoyo a la gestión y a la dirección. También es comúnmente aceptado que la planificación de los sistemas de información a desarrollar e implantar en las organizaciones, así como la pla-

taforma tecnológica en la que éstos se apoyan, debe formar parte del proceso global de planificación estratégica corporativa. No obstante, a la hora de la implementación de estas es-

trategias, es decir, de desarrollar los sistemas de información propuestos, surgen serios problemas de entendimiento entre los planificadores –técnicos en organización de empresas– y los analistas y diseñadores de los sistemas –tradicionalmente expertos en tecnología de información–. A nuestro entender, esta situación, denunciada por autores como Keen (1991) y Andreu *et al.* (1991), tiene su origen en que muchas de las metodologías de análisis y diseño de sistemas de información han sido desarrolladas por y para técnicos en computación, por lo que están particularmente orientadas a resolver problemas de índole *informática*, dejando en un segundo plano los problemas *organizativos*.

Trabajando sobre esta hipótesis, nos hemos propuesto desarrollar una metodología que hiciera posible que el análisis y el diseño de los sistemas de información fuera conducido por técnicos del área de organización de empresas, reservando para los técnicos en computación un papel más importante en la fase de implantación, con la idea básica de que un conocimiento más amplio de la tecnología de información y una mayor implicación con la misma por parte de los primeros facilitaría su entendimiento con los segundos y resolvería el aludido conflicto. El resultado de nuestro trabajo en este campo dio lugar a la presentación de la tesis doctoral: «Una metodología integradora de las perspectivas organizativa y tecnológica para el desarrollo de los sistemas de información: Aplicación al caso de la ULPGC», de la cual haremos un breve resumen seguidamente.

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

La importancia de la información en el proceso de toma de decisiones ha sido muy estudiada y puesta de relieve en marcos conceptuales de autores ya clásicos como Anthony (1965) o Simon (1960). Pero la información no sólo es un recurso que resulta valioso en la toma de decisiones, al reducir la incertidumbre, sino que también desempeña un importante papel al vincular la organización con su entorno externo, y al lograr y mantener un estado de unidad y armonía interna, aglutinando y orientando hacia los mismos objetivos a los diferentes componentes de la misma. Por otro lado, tampoco se debe olvidar que la información representa un recurso estratégico que puede llegar a constituirse, en determinados sectores, en la principal fuente de ventaja competitiva, según han venido defendiendo autores como McFarlan (1984), Porter y Millar (1985), o Ives y Vitale (1989).

Esta importancia que la información ha llegado a tener para las organizaciones ha dado lugar a que en los últimos años la gestión de los recursos de información o, si se prefiere, dicho de forma más breve, la gestión de la información, haya alcanzado un nivel de atención por parte de los directivos de muchas empresas similar al que tiene la gestión de otras áreas funcionales como finanzas, producción, marketing o recursos humanos.

El elemento central de esta nueva área funcional son los *sistemas de información* (SI), cuya finalidad principal es capturar, procesar y almacenar datos para poder facilitar la información que demandan los usuarios en forma y manera satisfactoria.

En nuestros días el concepto de sistema de información está indisolublemente ligado a la tecnología de información, que abarca tanto el campo de la ciencia de la computación, en su doble vertiente de *hardware* y *software*, como el de las telecomunicaciones. Y aunque teóricamente es posible concebir un sistema de información sin la utilización de esta moderna tecnología, en la práctica es casi imposible idear uno sin, al menos, un apoyo parcial en la misma, por lo que conviene tener presente siempre el estado de la tecnología de información, su evolución histórica y el impacto que ha tenido, y previsiblemente tendrá, en el desarrollo de los sistemas de información.

Así, nos encontramos con que la tecnología de información ha experimentado un vertiginoso desarrollo en el último medio siglo, desde que empezara a fundamentarse en dispositivos electrónicos, dando lugar a sucesivas generaciones de ordenadores, cada vez más potentes y menos costosos, distinguiéndose las primeras por importantes mejoras en las características físicas de los aparatos, es decir, en el *hardware*, mientras que en las últimas han sido más determinantes los cambios en su lógica de operación, esto es, en el *software*.

Esta evolución, junto con el desarrollo de nuevas técnicas de gestión, ha permitido ir encontrando aplicaciones reales de

los SI en diversos ámbitos de las organizaciones hasta cubrir prácticamente todos los niveles de todas las áreas funcionales, a la vez que, paralelamente, los aspectos organizativos han ido cobrando cada vez más importancia relativa frente a los puramente tecnológicos, predominantes en un principio.

Todo ello ha dado lugar a una gran variedad de tipos de sistemas de información organizativos, hasta el punto de que es posible encontrar en la literatura especializada una gran diversidad de clasificaciones y definiciones de los mismos. En tal sentido, no existe un criterio generalmente aceptado para clasificar los sistemas de información, por lo que, dependiendo del enfoque utilizado podemos encontrar diferentes taxonomías, de forma que, si tomamos el enfoque funcional, podemos hablar de SI de marketing, SI financiero, SI de producción, etc.; o siguiendo un enfoque jerárquico, tendríamos los sistemas de información para el nivel administrativo, conocidos como de apoyo a la oficina (OSS), los SI para el nivel operativo, entre los que destacan los de proceso de datos y de transac-

ciones (DP y TPS); los SI para la dirección (MIS), que se sitúan en un nivel intermedio de la jerarquía organizativa y los SI para ejecutivos (EIS o ESS), en el nivel de la alta dirección. También tenemos el enfoque evolutivo, según el cual los SI se clasifican en función del grado de evolución que ha experimentado la tecnología que incorporan, dando lugar al procesamiento de datos y transacciones en un primer estadio tecnológico, para pasar a los SI para la dirección en una segunda etapa y llegar a los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS), los SI para ejecutivos y los sistemas expertos (ES), que se basan en una tecnología más avanzada.

A nuestro entender cada uno de estos enfoques es incompleto, por lo que, partiendo de una concepción contingente sugerida por Kroeber y Watson (1987), proponemos un modelo clasificador que, utilizando cuatro dimensiones, como son la orientación funcional dentro de la organización, la orientación jerárquica, la naturaleza del tipo de decisiones que apoyan, según sean éstas más o menos estructuradas y la evolución de la tecnología en que

se basan, permite diferenciar los diversos tipos de sistemas de información en la forma que aparecen en la Tabla 1, en el que la fila en blanco al final del mismo quiere indicar que se trata de un sistema de clasificación abierto que puede dar cabida a tipos de SI adicionales.

No obstante lo dicho, debemos reconocer que en ciertos casos la proliferación de siglas distintivas de SI obedece más a intereses particulares, bien sea de algunos académicos que los proponen o de algunos fabricantes que intentan vender productos aparentemente novedosos, que a las diferencias reales que se pueden encontrar en cuanto a la finalidad o a la forma de operar de los propios sistemas de información.

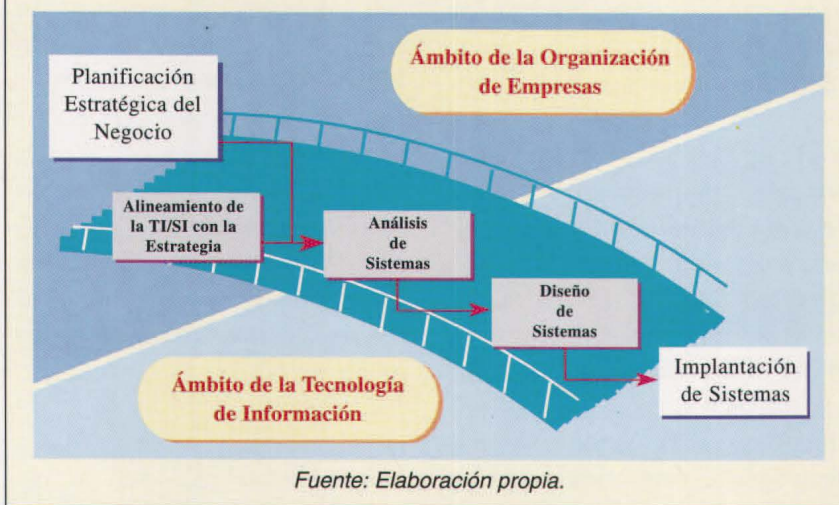
OBJETIVOS DEL TRABAJO

De forma resumida podemos decir que el objetivo básico que nos hemos fijado es diseñar y probar una metodología propia para el desarrollo de los SI que pueda ser aplicada por técnicos del área de organización de em-

TABLA 1

Clasificación de los sistemas de información

TIPO DE SISTEMA	Área funcional	Orientación jerárquica	Naturaleza de las decisiones	Tecnologías
DP	En una	Operativa	Estructurada	Convencional
TPS	Varias a la vez	Operativa	Estructurada	Convencional
OSS	En varias	En varias	Semiestructurada	Avanzada
MIS	Varias a la vez	Táctica y estratégica	Estructurada	Convencional
EIS, ESS	En una	Táctica y estratégica	Semiestructurada	Avanzada
DSS	En una	En cualquiera	No estructurada	Avanzada
ES, AI	En una	En cualquiera	No estructurada	Muy avanzada

FIGURA 1**Fases del desarrollo de los sistemas de información**

presas en nuestro entorno. En este sentido, esperamos que un desarrollo conducido, al menos en sus primeras fases, por técnicos en organización de empresas contribuirá a disolver la aludida barrera que es frecuente encontrar entre éstos y los técnicos en computación o informáticos.

El desarrollo de los sistemas de información se puede estructurar en cuatro grandes etapas que van desde la planificación de la tecnología y sistemas de información, hasta la implantación física de los mismos, pasando por las fases de análisis

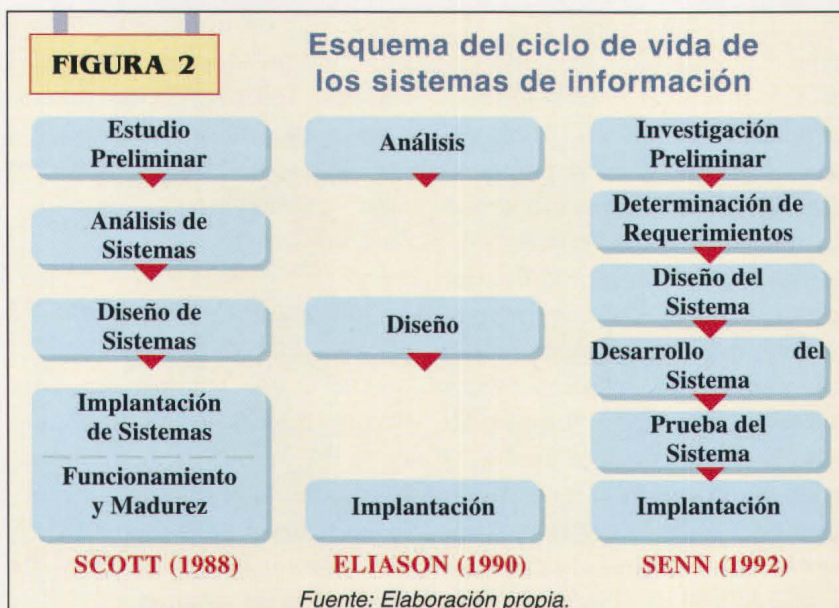
y diseño. Y como se pretende recoger en la Figura 1, las primeras fases tienen una mayor componente del área de organización de empresas, mientras que en las últimas predomina la tecnología de información. El objetivo planteado anteriormente quedaría cubierto si nos centramos en las fases de análisis y diseño de sistemas, pues el intento de abarcarlas todas implicaría el riesgo de escindir el equipo de investigación entre especialistas en una u otra área, por lo que es preferible ceder la responsabilidad de las fases extremas a equipos de expertos en cada materia,

con los cuales el equipo encargado de desarrollar las dos fases intermedias tendría un buen nivel de comunicación, sirviendo así de puente entre los dos grandes ámbitos que afectan a los sistemas de información. Sin embargo, debemos ser conscientes de que en nuestro entorno es poco frecuente encontrar organizaciones que cuenten con un plan formal a largo plazo que incluya el desarrollo de los sistemas de información, o que estén dispuestas a elaborar un plan estratégico que lo contemple antes de abordar un proyecto de este tipo, por lo que es necesario, para estos casos, dotar a la metodología de una fase previa que permita, al menos, el alineamiento de la tecnología y sistemas de información con la estrategia corporativa.

DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

En la práctica se dan cuatro estrategias básicas para el desarrollo de los sistemas de información.

En primer lugar, tenemos el *ciclo de vida de los sistemas de información (SDLC)*, que surgió a finales de los años sesenta en el Reino Unido con el objetivo de proporcionar unas reglas básicas para el desarrollo de los sistemas de información. El concepto de ciclo de vida hace referencia a la evolución que experimentan los sistemas de información en las organizaciones, desde que se inicia su estudio hasta que son implantados y están operativos. Así concebido, se compone de diferentes fases (Figura 2), cada

FIGURA 2**Esquema del ciclo de vida de los sistemas de información**

una de las cuales constituye un conjunto de actividades de proyecto perfectamente definidas, y que podemos resumir en: análisis de sistemas, diseño de sistemas e implantación de sistemas. La característica fundamental de este enfoque consiste en que es necesario cumplir perfectamente con todos los objetivos de una fase antes de abordar la siguiente, de forma que no es posible iniciar el diseño antes de finalizar completamente el análisis, e, igualmente, es necesario definir totalmente el diseño de cada módulo del proyecto antes de pasar a su implantación.

Por otra parte, la estrategia de *desarrollo por prototipos*, aunque se basa en el esquema del ciclo de vida (Figura 3), se distingue radicalmente de éste en que su objetivo fundamental no se centra en completar perfectamente cada fase antes de abordar la siguiente, sino que, al contrario, lo que pretende es implantar un prototipo de SI que funcione, aunque no cumpla con todos los requisitos, para, en posteriores iteraciones de este proceso, ir mejorando sucesivas versiones del sistema hasta conseguir una satisfactoria. Esta alternativa al ciclo de vida encuentra su principal aplicación cuando, por diferentes motivos, no es posible determinar todos los requisitos del sistema en una fase de análisis convencional, y es necesario ir adquiriendo experiencia acerca de las necesidades reales de información y de los requisitos del sistema a medida que éste va siendo mejorado.

A lo largo de los años ochenta se extendió la *realización de aplicaciones por parte de los usuarios* como una nueva es-

trategia de desarrollo de los sistemas de información. Este enfoque se diferencia de los anteriores en que no es un equipo de profesionales quien conduce la investigación, sino los propios usuarios, que con frecuencia adoptan el método del prototipo para sus creaciones. Goza de las ventajas que supone un desarrollo más inmediato, sin tener que esperar las colas del departamento de SI, y de una mayor implicación de los usuarios con la tecnología de información, pero, por contra, suele producir aplicaciones poco eficientes y tiende a crear sistemas difícilmente integrables o, incluso, totalmente incompatibles con los del resto de la organización.

Por último, otra estrategia de desarrollo de SI, adoptada principalmente por organizaciones pequeñas y medianas, consiste en realizar el *análisis de los requerimientos del sistema*, para lo cual se puede seguir el método convencional, es decir la primera fase del ciclo de vida, y posteriormente *adquirir* a un vendedor externo el sistema que mejor se adapte a sus necesidades.

Un detenido estudio de estas cuatro estrategias pone de relieve que el ciclo de vida de los sistemas de información es, en realidad, la base del resto de las estrategias, y, en la práctica, ha constituido el armazón sobre el cual se han apoyado la inmensa mayoría de las metodologías de desarrollo de SI que existen en la actualidad. Del ciclo de vida cabe destacar que, a pesar de las importantes ventajas que comporta, en cuanto a un desarrollo planificado y formalizado que produce SI robustos, fiables y con máximas garantías de eficacia y eficiencia, se han

descrito algunos inconvenientes derivados precisamente de su rigidez a la hora de ser aplicado, y cuya característica dominante es la generación de proyectos largos en el tiempo y costosos en su desarrollo, que no siempre pueden ser abordados por las organizaciones, por lo que en determinados casos puede resultar aconsejable adoptar alguna de las estrategias de desarrollo alternativas anteriormente citadas.

INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS Y EL DISEÑO

Las diversas técnicas y herramientas para el análisis y el diseño constituyen una parte muy importante de cualquier metodología de desarrollo. A este respecto, debemos destacar que tradicionalmente el análisis de sistemas se ha apoyado en tres técnicas básicas de recogida de datos e información procedentes del campo de la investigación social, como son la observación, la entrevista y la encuesta; sin embargo, nuestra experiencia aconseja también la incorporación del grupo de discusión en aquellos casos en los que se han de abordar situaciones o problemas muy poco estructurados.

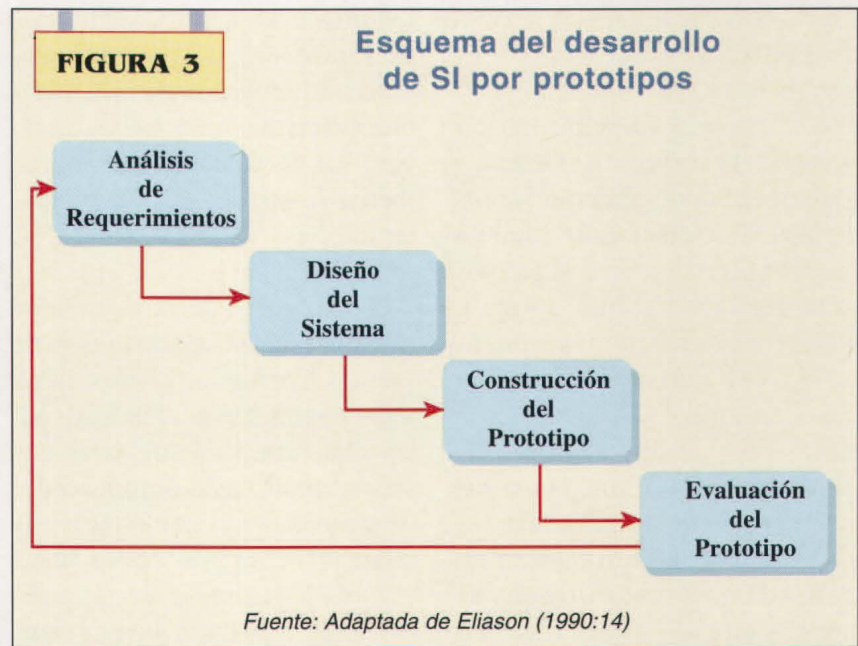
Por su parte, el diseño se apoya en diversas herramientas de modelización de entre las que destacamos los diagramas de flujo de datos, el diccionario de datos, el lenguaje estructurado, los diagramas entidad-relación y los diagramas de transición de estados.

A la hora de hablar de técnicas, no se puede dejar de lado el análisis y el diseño estructurado, que propugna un esquema de desarrollo descendente, o *Top-Down*, y que ha alcanzado una gran difusión durante la pasada década, hasta el punto de que su empleo es casi obligatorio en nuestros días, resultando ser un buen complemento al ciclo de vida, originariamente basado en un esquema ascendente, y que con la incorporación del modelo estructurado ha ganado en modularidad y flexibilidad, mitigando así sus principales inconvenientes.

PROPUESTA DE METODOLOGÍA

A partir de estos antecedentes podemos ya abordar la propuesta de la metodología, que constituye el objetivo central de nuestro trabajo. A pesar de que han sido descritas más de cien características que pueden contribuir a definir una metodología para el desarrollo de los SI, son tres los aspectos centrales que la conforman: los principios filosóficos en que se fundamenta, el modelo y los instrumentos o técnicas y herramientas en los que se apoya.

Uno de los aspectos clave en la definición de la filosofía subyacente en una metodología es el paradigma en el que se encuadra. A nuestros efectos tenemos dos posibilidades: el *paradigma de la ciencia* y el *paradigma de los sistemas*. Pero la elección de uno de estos paradigmas no es ajena a otro aspecto fundamental, cual es de-



finir los objetivos generales de la metodología. En este sentido, los objetivos pueden ser de muy variada índole; así, por ejemplo, algunas metodologías se centran prioritariamente en la informatización del sistema, mientras que otras tienen por objeto la realización de cambios en los procesos o en las estructuras organizativas. En nuestro caso, la metodología que proponemos persigue como objetivo fundamental **crear sistemas de información con valor para la organización**, con todas las repercusiones que ello pueda tener en la concepción de la propia metodología y en su diseño. Además, adoptamos el paradigma sistémico de la concepción del valor propuesto por Frondizi (1972), según el cual el valor de una cosa, en este caso de un sistema de información, es una cualidad estructural del sistema compuesto por el sujeto, que obtendría una percepción «subjetiva» del SI; por el objeto, que daría lugar a lo que podríamos denominar cualidades «objetivas» del SI, y por la situación o contexto en que se desarrolla la aplicación.

La asunción de estos fundamentos filosóficos tiene algunas consecuencias claras y directas en el diseño de la metodología misma y en el enfoque que se le debe dar a las diversas técnicas y herramientas que la apoyan. La primera de ellas es que los SI deben ser diseñados para satisfacer las necesidades y expectativas de los sujetos, en nuestro caso de los directivos de la organización y de los usuarios, lo que obliga a prestar especial atención a aspectos que tienen que ver con los deseos y sentimientos de las personas que, de alguna manera, se van a relacionar con el sistema, bien sea en el período de desarrollo o durante su funcionamiento. En segundo lugar, los sistemas deben reunir cualidades propias que sean objetivamente calificables como útiles, esto es, con valor para la organización, con independencia de los sentimientos de las personas hacia ellos. No se nos escapa que es extremadamente difícil determinar en la práctica este requisito, siendo el principal problema establecer cuáles son los criterios objetivos que podemos usar para esta eva-

luación. La respuesta que proponemos a este interrogante es que un SI es objetivamente útil, es decir, tiene valor intrínseco para la organización, si de alguna manera contribuye a conseguir, o a hacer más fácil la consecución, de los objetivos organizativos, lo que obliga a conocer estos objetivos y a orientar los SI que se desarrollen hacia su logro.

Y por último, en tercer lugar, el reconocimiento de la influencia que sobre el grado de utilidad, o de valor, de un SI tiene la situación específica en que éste ha de operar hace que la metodología que sirva para desarrollarlo deba prestar especial atención al análisis y evaluación del ambiente y estructura organizativos, para así determinar el tipo de sistema que más probabilidades de éxito pueda tener en esa situación particular, lo que lleva consigo, por un lado, la aceptación de que no hay sistemas de información universalmente buenos, sino que cada organización en cada situación requiere de unos específicos y, por otro, que un sistema puede dejar de

tener validez para una organización si el entorno interno o externo experimenta un cambio suficientemente fuerte como para hacer variar significativamente la situación que lo sustenta.

Por modelo de la metodología se entiende la estructura sobre la que se articula, y viene definido por tres aspectos básicos: la cobertura, es decir, el alcance en cuanto a la amplitud del proceso hacia el que está orientada; la definición de las fases y subfases a través de las cuales se desarrolla; y las características del equipo humano que la ha de aplicar.

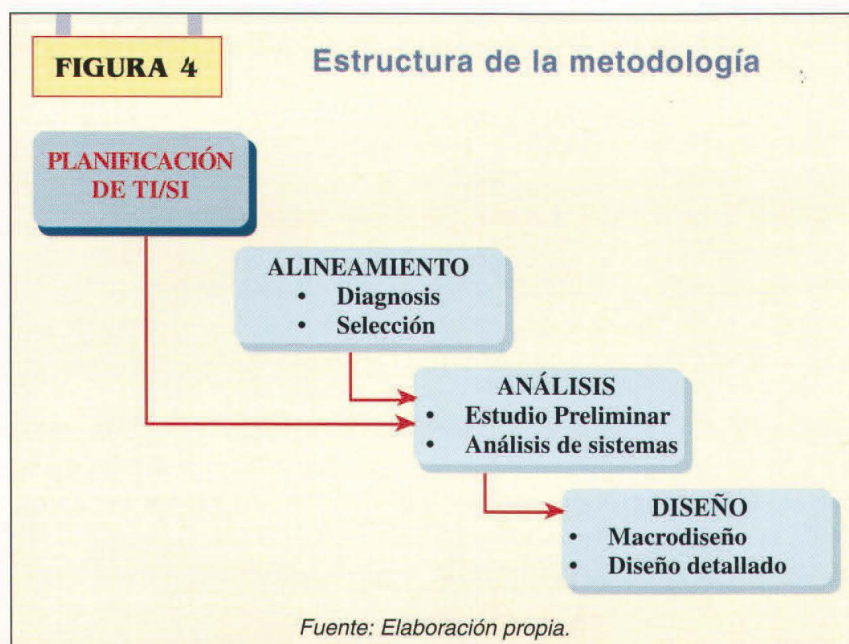
En este sentido, proponemos una metodología que cubra una primera fase de alineamiento de los SI con la estrategia corporativa en aquellos casos en que la organización no cuente con un plan estratégico formalizado, que se descompone, a su vez, en dos subfases: en primer lugar, una diagnosis de las necesidades de información, para lo cual nos apoyamos en la Cadena de Valor de Porter (1985), puesto que ofrece una visión

exhaustiva y estructurada de las diferentes actividades que se llevan a cabo en la organización, y en los Factores Críticos para el Éxito (CSF) de Rockart (1979), que nos permite aproximarnos al grado de importancia de las áreas de actividad detectadas; y, en segundo lugar, la selección de los SI a desarrollar, basándonos en la matriz utilidad-riesgo. El resto de la cobertura, como se recoge en la Figura 4, abarca las fases de análisis de sistemas y de diseño de sistemas, que, siguiendo el esquema convencional del ciclo de vida, hemos descompuesto en estudio preliminar y análisis de sistemas la primera, y macrodiseño y diseño detallado la segunda.

A su vez, este modelo admite una variante que permite su aplicación en un desarrollo basado en la estrategia del prototipo (Figura 5), lo que obliga a completar el ciclo con la fase de implantación y a intercalar entre ésta y el análisis de la siguiente iteración una fase de evaluación que completa el proceso de aprendizaje acerca del sistema que se da cuando se emplea este tipo de estrategia.

Con respecto al equipo de investigación de sistemas, la metodología ha sido diseñada para que sea aplicada por técnicos con amplia formación en organización de empresas, aunque también es necesario que posean conocimientos básicos de tecnología de información, particularmente en la fase de diseño.

Por último, los instrumentos con que se dota una metodología son los elementos que permiten su puesta en práctica, y para su elección, además de



la coherencia con los objetivos y filosofía subyacente en la misma, se debe tener en cuenta las características del equipo humano que la va a aplicar, principalmente su formación y sus habilidades. En este sentido hemos seleccionado las técnicas y herramientas que, cubriendo las necesidades del desarrollo metodológico, más se adecúan al perfil del equipo de investigación, proponiendo el empleo de la cadena de valor, los factores críticos para el éxito y la matriz utilidad-riesgo en la fase de alineamiento, como ya hemos señalado; la observación, la entrevista, la encuesta y el grupo de discusión en la fase de análisis; y los diagramas de flujo de datos, el diccionario de datos, el lenguaje estructurado y los diagramas entidad-relación en la fase de diseño.

CONTRASTE EMPÍRICO

Creemos que una parte importante del éxito que puede alcanzar una metodología se basa en las habilidades y experiencia de las personas que forman el equipo que la aplica, y esta premisa, junto con la necesidad de revalidar la propuesta mediante su contrastación empírica, nos obliga a que tenga una aplicación práctica, por lo que, la tercera parte de nuestro trabajo ha consistido en su aplicación a la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que ha sido elegida como unidad de análisis porque reúne dos requisitos fundamentales: en primer lugar, es una organización con una dimensión y un desa-

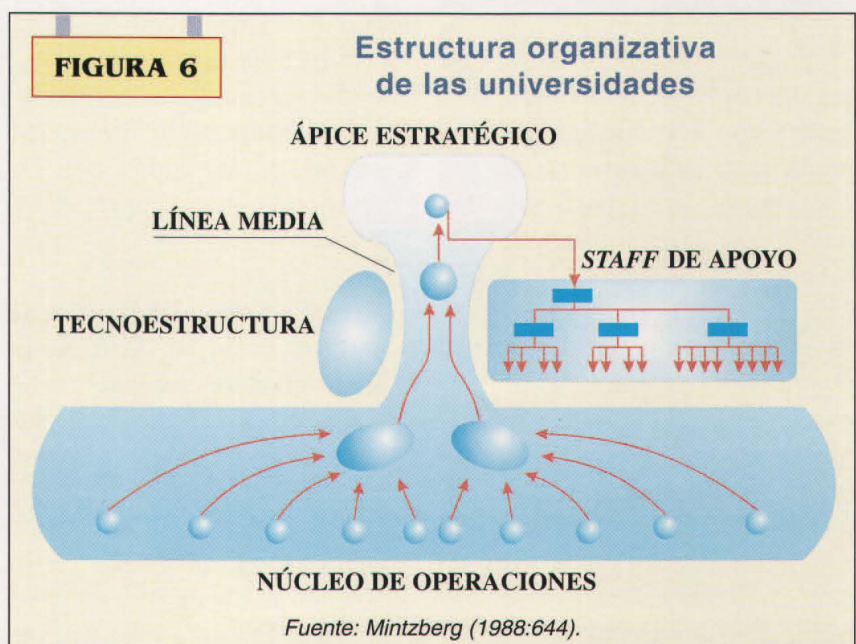


rollo tecnológico suficientes para poder experimentar todos los aspectos contenidos en la metodología; y, por otro lado, su equipo directivo brindó una muy buena acogida a un proyecto de investigación de estas características, lo que resulta imprescindible para acometerlo con mínimas garantías de éxito.

Esta parte empírica del trabajo comienza con una aproximación desde un punto de vista teórico al tipo particular de organización que hemos elegi-

do como unidad de análisis, en la que estudiamos tres aspectos. En primer lugar, las funciones de la universidad, que según autores como Birnbaum (1988), o la propia Ley Orgánica de Reforma Universitaria (1983) podemos resumir en tres grandes grupos: docencia, investigación y servicios a la comunidad.

En segundo lugar, analizamos su estructura organizativa, encontrando que el modelo que más se le aproxima es la



burocracia profesional propuesta por Mintzberg (1979, 1988), representado en la Figura 6, del cual se extrae como conclusión más importante que, dado el alto grado de autonomía de los profesionales académicos y el escaso desarrollo de la línea media, el principal papel que puede jugar la alta dirección en materia de tecnología y sistemas de información en lo que respecta al núcleo de operaciones es propiciar la dotación de las infraestructuras necesarias para el apoyo de las actividades de docencia, investigación y servicio a la comunidad que se desarrollan autónomamente en centros, departamentos e institutos. Siendo un ejemplo claro de este tipo de infraestructuras una red corporativa a nivel de campus que dé cabida a servicios del tipo correo electrónico, acceso en línea a fondos bibliográficos locales y remotos, enlace a redes mundiales como Internet, etc. Todo ello hace que, en gran medida, el desarrollo de SI corporativos quede prácticamente circunscrito al ámbito del *Staff* de apoyo que, por otra parte, presenta un alto nivel de desarrollo en la universidad.

En tercer lugar, hemos intentado establecer las repercusiones que sobre la institución puede tener la incorporación de tecnología, y en particular la tecnología de información. Poniéndose de relieve, como señala Álamo Vera (1995), que la implantación de la misma puede tener un importante impacto tanto en el coste de operación como en la calidad de los servicios prestados, a la vez que impone nuevas exigencias a su personal, por cuanto suponen cambios en su forma de trabajar y la necesidad de ade-

cuar su capacitación para el desempeño de las nuevas tareas. De ello podemos deducir que de la forma en que cada universidad responda a esta revolución tecnológica dependerá, en gran medida, su posicionamiento competitivo, tanto en términos de calidad como de estabilidad financiera, en un sector cada vez más globalizado.

Estas consideraciones previas, que nos ubican ante el tipo de organización que vamos a enfrentar, sirven de base para abordar el estudio de sus necesidades de información. Para ello, siguiendo el esquema metodológico, elaboramos la cadena de valor de la Universidad a partir de varias entrevistas en profundidad a directores de centros y de departamentos y a los diferentes jefes de los servicios administrativos, lo que nos permitió identificar unas sesenta actividades básicas que fueron preclasificadas según las necesidades y posibilidades de apoyo de las tecnologías y sistemas de información y, finalmente, agrupadas tomando en consideración, por una parte, los posibles nexos o eslabones entre las mismas y, por otra, los sistemas de información ya existentes o en desarrollo en la Universidad. El resultado final fueron las siguientes siete áreas que podrían ser apoyadas por los correspondientes sistemas de información:

- **SI de apoyo al Servicio de Orientación al Alumnado (SOA)**, que, por una parte, contemple las actividades relacionadas con la información al alumnado universitario, actual y potencial, de cara a mejorar y facilitar su elección de carreras, especialidades, optativas, etc.; y,

por otra, las propias de extensión universitaria, como promoción cultural y bolsa de trabajo.

- **SI de apoyo a la Unidad de Recursos Humanos**, que junto a las funciones tradicionales de administración de personal incorpore otras que sirvan de ayuda a las actividades de RR.HH. hasta ahora poco desarrolladas en la Universidad, como integración, planificación, formación, evaluación, etc.
- **SI de apoyo a la Unidad de Patrimonio**, que preste un mejor soporte a las actividades de gestión de patrimonio, fundamentalmente en los aspectos de recepción y control del material inventariable.
- **SI de apoyo a los centros bibliográficos**, puesto que se estimó necesario realizar una investigación de sistemas con el objeto de establecer las causas por las cuales no se había terminado de implantar el paquete *DOBIS LIBIS*.
- **SI de apoyo a la gestión de centros y departamentos**, que preste apoyo a las actividades de gestión de los mismos, a la vez que posibilite su mejora por parte de los órganos rectores de la Universidad.
- **SI de apoyo a la docencia**, con aplicaciones tanto para la realización de las actividades docentes por parte de los profesores como para la realización de las pruebas evaluativas.
- **SI de apoyo a los egresados**, que ayude a desarrollar actividades de formación con-

TABLA 2
Determinación de la utilidad de los sistemas de información

APLICACIÓN	Importancia del área		Contribución de los SI/TI al área		Utilidad de la aplicación
	Presente (40%)	Futuro (30%)	Presente (40%)	Futuro (30%)	
Unidad de Patrimonio	baja	media	alta	muy alta	media
Servicio de Orientación al Alumno	muy alta	muy alta	alta	muy alta	muy alta
Recursos Humanos	alta	muy alta	alta	muy alta	alta
Gestión de Departamentos	alta	muy alta	alta	muy alta	alta
Biblioteca	muy alta	muy alta	alta	muy alta	muy alta
Docencia	muy alta	muy alta	baja	alta	alta
Egresados	media	alta	muy alta	muy alta	alta

Fuente: Elaboración propia.

tinuada y a mantener nexos de unión entre éstos y la Universidad.

El siguiente paso contemplado en la metodología es proceder a la selección de aquellos proyectos más interesantes utilizando la matriz utilidad-riesgo, en la cual una de sus dimensiones agregadas nos indica el grado de utilidad que el SI tiene para la organización y la otra el nivel de riesgo de fracaso en su implantación o, bien, su opuesta, la probabilidad de éxito.

Para determinar la utilidad que tendría cada aplicación nos hemos apoyado en la Tabla 2,

en el que figuran las cuatro variables que la definen: la importancia, presente y futura, que cada área tiene para la universidad y la contribución, también en el presente y en el futuro, de las tecnologías y sistemas de información a cada una de dichas áreas, categorizadas según una escala Likert de cinco niveles. El resultado final, en la columna de la derecha, procede de la suma de estas variables, ponderada según los coeficientes que aparecen en la tabla. Conviene señalar aquí que es en esta etapa cuando los Factores Críticos para el Éxito se nos han manifestado de mayor utilidad.

Por otra parte, la probabilidad de implantar con éxito cada SI la hemos obtenido con ayuda de la Tabla 3, similar al anterior, en el que podemos ver que también es función de cuatro variables: la experiencia previa en el desarrollo de SI del tipo de que se trate, el grado de estructuración de las actividades y tareas que se desarrollan en cada área, la fiabilidad de la tecnología a emplear y la capacidad de adaptación del personal afectado para trabajar según el nuevo modo de operar que implique el sistema, de cuya suma ponderada según los coeficientes mostrados surge el resultado final que aparece para cada proyecto de SI.

TABLA 3
Determinación de la probabilidad de éxito de los sistemas de información

APLICACIÓN	Exper. desarroll. o SI (15%)	Grado Estruct. área (20%)	Fiabilidad de la tecnología (30%)	Capacidad adaptación (35%)	Probabilidad éxito de la aplicación
Unidad de Patrimonio	media	muy alta	alta	muy alta	alta
Servicio de Orientación al Alumno	media	medio	media	alta	media
Recursos Humanos	media	medio	media	media	media
Gestión de Departamentos	baja	medio	media	muy baja	baja
Biblioteca	media	muy alta	muy alta	alta	alta
Docencia	baja	muy bajo	muy baja	muy baja	muy baja
Egresados	media	alto	media	baja	media

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados, una vez llevados a la matriz utilidad-riesgo, recogida en la Figura 7, nos muestran la posición de cada aplicación, con lo que podemos proceder a su selección. Pero antes de continuar debemos decir que el hecho de que no aparezcan proyectos en el cuadrante de baja utilidad y alto riesgo se debe a que en la preclasificación que hemos realizado de las actividades de la cadena de valor, hemos descartado directamente aquéllas para las cuales la incorporación de tecnología o sistemas de información tenía muy poco interés, o cuya implantación resultaría extraordinariamente difícil, que son las que corresponderían precisamente a este cuadrante. Aclarada esta cuestión, y siguiendo las pautas establecidas en la metodología, el procedimiento de selección de los SI a desarrollar no resultó difícil. En primer lugar, escogimos los dos que se ubican en la zona de alta utilidad y bajo riesgo, es decir Biblioteca Universitaria y Servicio de Orientación al Alumnado, seguidos de los otros dos cuya posición es limítrofe: Unidad de Patrimonio y Unidad de Re-

ursos Humanos. Una vez seleccionados cuatro proyectos con probabilidad de éxito alta o media, resulta conveniente equilibrar la cartera añadiendo otro algo más arriesgado y, por lo tanto, innovador, seleccionando para ello el de Gestión de Centros y Departamentos, por tener un riesgo moderado y una utilidad alta. Sobre los dos restantes, y a tenor de su posición en la matriz, podemos recomendar el próximo inicio de una investigación para implantar el SI de Egresados, y condicionar el desarrollo del SI de apoyo a la docencia a experiencias piloto previas que sirvan de campo de pruebas de los procedimientos y la tecnología a emplear en el mismo.

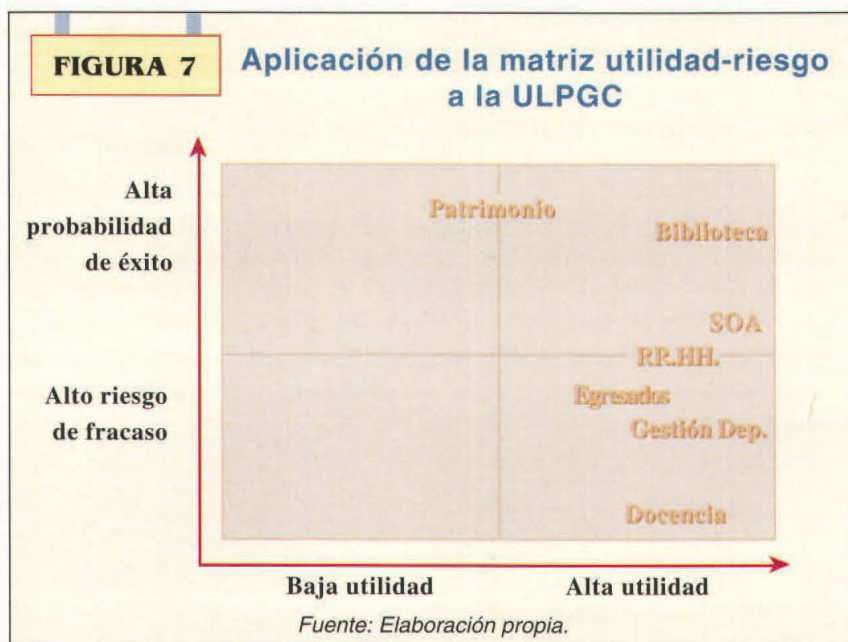
Tras la selección de los SI a desarrollar, el siguiente paso es abordar su análisis y posterior diseño, para lo que es necesario contar con un equipo de investigación. Para ello tuvimos la oportunidad de contar con la colaboración de cinco alumnos de Proyecto Fin de Carrera de Ingenieros Industriales que habían cursado la especialidad de Organización Industrial, por lo que reunían los requisitos exi-

gibles en cuanto a formación en las áreas de Organización de Empresas y de Tecnología de Información. En estas etapas nuestra labor se centró fundamentalmente en fomentar la ampliación de su formación en temas específicos, en prestarles asesoramiento en la aplicación de la metodología, transmitiéndoles los principios filosóficos en que se basa y adiestrándoles en el manejo de las técnicas y herramientas a emplear, a la vez que en supervisar, coordinar y dirigir los trabajos que se iban realizando.

A continuación resumimos muy brevemente los hitos más relevantes de cada uno de estos proyectos que han conducido al análisis y diseño de los sistemas de información seleccionados en la matriz.

En lo que respecta al **SI de apoyo al Servicio de Orientación al Alumnado**, en una primera etapa del análisis se estudiaron en detalle las actividades que se llevaban a cabo en el mismo y fueron comparadas con las desempeñadas en unidades homólogas de otras tres universidades españolas: Granada, Complutense de Madrid y Málaga. Posteriormente, el estudio se completó con un trabajo de campo que nos permitió, por un lado, conocer la percepción y valoración que tenían del servicio sus usuarios, alumnos universitarios y preuniversitarios de la provincia, a la vez que, por otro, determinar las necesidades de información de los mismos. El resultado de esta fase de análisis se puede sintetizar en tres aspectos generales:

Primero, los estudiantes universitarios y preuniversitarios



se sentían poco informados acerca de la Universidad y de los estudios en general.

Segundo, las actividades que se desarrollaban en el Servicio, aunque cubrían una amplia gama, similar a la que ofrecen otras universidades, se desempeñaban de forma poco eficiente debido principalmente a una inadecuada estructura y a procedimientos organizativos mal diseñados, sumados a un alto índice de rotación del personal en el mismo.

Tercero, el apoyo de SI formales a las actividades desarrolladas era casi nulo, limitándose a algunas aplicaciones aisladas de proceso de textos y bases de datos.

Estas conclusiones nos condujeron a que en la fase de diseño propusiéramos un nuevo modelo organizativo que contempla, entre otros aspectos, un organigrama funcional y el perfil profesional del personal que lo compone, a la vez que se realizó el diseño detallado de un SI de apoyo a las actividades que eran susceptibles de ser automatizadas, basado en una plataforma compuesta por ordenadores personales.

Referente al desarrollo del **SI de apoyo a la Unidad de Recursos Humanos**, la fase de análisis estuvo orientada a determinar qué actividades de esta área funcional se desarrollaban en la Universidad, cuál era su grado de eficiencia y cómo podrían ser apoyadas por un sistema de información. Este estudio reveló que las actividades más directamente relacionadas con la administración de personal, como reclutamiento, selección, administración de sa-

larios y plan de beneficios sociales, estaban perfectamente estandarizadas y eran apoyadas por los SI ya existentes, y que en cambio otras como análisis y descripción de puestos, planificación, plan de carreras, evaluación del desempeño y formación y desarrollo se llevaban a cabo deficientemente y podrían mejorarse de forma sensible con el apoyo de un SI adecuado, lo que motivó que en la fase de diseño nos centráramos en definir la organización de una nueva unidad de recursos humanos que se ubicaría en la tecnoestructura y se responsabilizaría de éstas y otras actividades hasta el momento no desarrolladas por el Servicio de Personal y que, a su vez, se completó con el diseño de un sistema de información de apoyo que debería integrarse con el paquete informático de gestión ARKHE, ya en funcionamiento en la Universidad.

En cuanto al **SI de apoyo a la Unidad de Patrimonio**, podemos decir que gran parte de las actividades eran eficientemente apoyadas por los sistemas de información existentes en la Universidad. No obstante, en la fase de análisis se puso de manifiesto que existían carencias importantes en lo referente a la gestión del inventario, por lo que nuestros esfuerzos se centraron en estudiar las necesidades de información de cara a un nuevo sistema, hasta llegar a determinar el listado de requerimientos sobre el cual se asienta el diseño posterior de la aplicación informática, que se integraría con los SI ya existentes, y que, adicionalmente, también estaría dotada de un módulo de control de contratos. En lo referente a los aspectos organizativos, en este caso no se esti-

mó necesario el rediseño de la unidad, pero sí se cuidaron en detalle los procedimientos con la intención de que el nuevo sistema resultara ágil y amigable para los usuarios.

Consciente de la importancia que tiene una eficiente gestión bibliográfica, la ULPGC adquirió la licencia de uso de *DOBIS LIBIS* en 1988, una aplicación bastante extendida entre las bibliotecas universitarias españolas y que, no obstante, a fecha de 1993 sólo se había implantado parcialmente el módulo de catalogación. Esta situación requería un análisis en profundidad que permitiera su desbloqueo, lo que motivó el inicio del proyecto de **SI de apoyo a los centros bibliográficos**. En una primera fase de este trabajo se abordó el estudio de todas las actividades que se desarrollan en la biblioteca universitaria, tras el cual se llegó a la conclusión de que el paquete *DOBIS LIBIS* tiene capacidad suficiente para prestarles apoyo y se diagnosticaron una serie de problemas que dificultaban su implantación, cuyo origen era más de índole organizativa que tecnológica, lo que motivó que la fase de diseño se centre principalmente en la propuesta de una nueva estructura organizativa que incluye un manual de funciones donde se describen las responsabilidades y tareas a desempeñar en cada puesto de trabajo, de forma que se haga posible completar la implantación del aludido paquete informático en un plazo de tiempo razonable y, a la vez, se mejore la calidad de los servicios prestados.

Por último, en el caso del **SI de apoyo a la gestión de centros y departamentos**, la

propia naturaleza de las actividades que se desarrollan en los mismos y la autonomía con que cuentan hacen difícil la estandarización de los procesos, lo que junto a la escasa experiencia sobre sistemas de este tipo en otras universidades españolas consultadas nos animó a descartar la estrategia de desarrollo basada en el ciclo de vida en favor del método del prototipo, centrándonos, por tanto, en la realización de un prototipo de SI que preste apoyo a las tareas de gestión de los departamentos universitarios, susceptible de ser ampliado a la gestión de los centros docentes una vez que haya superado sucesivas iteraciones de refinamiento y se contraste su aplicabilidad y utilidad.

Así, tras una fase de análisis, más breve que la de los casos anteriores, pero necesaria para determinar las características principales de la unidad organizativa y de las tareas que en ella se llevan a cabo, se procedió al diseño y programación en *dBFast* de una aplicación informática que prestara apoyo a aquellas tareas administrativas consideradas prioritarias por los usuarios, que fue denominada *UNIWIN versión Beta*, y corre sobre *WINDOWS*. Esta primera versión de *UNIWIN* fue implantada en el departa-

mento de Economía y Dirección de Empresas, y de su evaluación se extraen las siguientes recomendaciones:

- Primera, implantar el prototipo actual en otros tres departamentos universitarios, con el objeto de ir descubriendo sus debilidades.
- Segunda, elaborar una nueva versión que incorpore los módulos cuyo desarrollo fue aplazado.
- Tercera, reprogramar la aplicación en *Visual Basic*.
- Cuarta, estudiar la posibilidad de implantar la aplicación en red, lo que permitiría compartir la información de los diversos departamentos a nivel corporativo, mejorando la difusión e integración de la misma.

Cada uno de estos cinco trabajos descritos finaliza con un estudio económico en el que se evalúan los costes de implantación y operación de los SI propuestos y de las nuevas estructuras administrativas, a la vez que se estiman los beneficios que cabe esperar de cada uno de ellos.

De la aplicación empírica de la metodología destacamos, en

primer lugar, que de la misma se desprende el reforzamiento de una de las principales premisas de nuestra tesis: **la necesidad de que los analistas de sistemas tengan una sólida formación en organización de empresas a la vez que conocimientos suficientes sobre tecnología de información**. En efecto, no sólo es necesario comprender perfectamente los procesos administrativos y de gestión, sino que, como se ha demostrado, en gran parte de los casos la incorporación de SI/TI en las organizaciones implica un rediseño de su estructura y de sus procedimientos.

Por otra parte, con esta aplicación se tuvo la oportunidad de revalidar la metodología, en lo que respecta a su filosofía, modelo e instrumentos, de tal modo que, si al principio efectuamos el alineamiento de los sistemas de información a desarrollar, en la segunda parte se nos brindó la ocasión de revalidar los aspectos más tecnológicos de la misma, comprobando que, efectivamente, un equipo de técnicos procedentes del área de la organización de empresas era capaz de aplicarla con éxito, lo que nos anima a continuar trabajando en esta línea de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- **Álamo Vera, F. R. (1995):** *La Planificación Estratégica de las Universidades: Propuesta Metodológica y Evidencia Empírica*. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- **Andreu, R., Ricart, J. E. y Valor, J. (1991):** *Estrategia y Sistemas de Información*. McGraw-Hill. Madrid.
- **Anthony, R. N. (1965):** *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis*. Graduate School of Business Administration. Harvard University. Boston.
- **Birnbaum, R. (1988):** *How Colleges Work: The Cybernetics of Academic Organization and Leadership*. Jossey-Bass Publishers. San Francisco, California.
- **Eliason, A.L. (1990):** *Systems Development: Analysis, Design and Implementation*.

- Scott, Foresman/Little, Brown. Glenview, Illinois, 2ª ed.
- **Fronzizi, R. (1972):** *¿Qué son los valores?* Fondo de Cultura Económica. México, 3ª ed.
 - **Ives, B. y Vitale, M. (1989):** «Competitive Information Systems: Some Organisational Design Considerations». *Research and Discussion Paper 89/7*. Oxford Institute of Information Management. Oxford.
 - **Keen, P. G. W. (1991):** *Shaping the Future*. Harvard Business School Press. EE.UU.
 - **Kroeber, D. W. y Watson, H. J. (1987):** *Computer-Based Information Systems: A Management Approach*. Macmillan. New York, 2ª ed.
 - **McFarlan, F. W. (1984):** «Information Technology Changes the Way to Compete». *Harvard Business Review*. Mayo-Junio, pp. 98-103.
 - **Mintzberg, H. (1979):** *The Structuring of Organizations*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
 - **Mintzberg, H. (1988):** «The Professional Bureaucracy», en Quinn, J.B., Mintzberg, H. y James, R.M. (Eds.) *The Strategy Process*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
 - **Porter, M. E. (1985):** *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. The Free Press. New York.
 - **Porter, M. E. y Millar, V. E. (1985):** «How Information Gives You Competitive Advantage». *Harvard Business Review*. Julio-agosto, pp. 149-160.
 - **Rockart, J. F. (1979):** «Chief Executives Define Their Own Data Needs». *Harvard Business Review*. Marzo-abril, pp. 81-93.
 - **Scott, G.M (1988):** *Principios de Sistemas de Información*. McGraw-Hill. México.
 - **Senn, J.A. (1992):** *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*. McGraw-Hill. México.
 - **Simon, H. A. (1960):** *The New Science of Management Decision*. Harper & Row. New York.

BIOGRAFÍA

Jorge M. Rodríguez Díaz

Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Canarias en 1988 y Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en 1995.

Profesor vinculado al Departamento de Organización Industrial de la Universidad Politécnica de Canarias desde 1988 y, tras la reorganización de 1989, al de Economía y Dirección de Empresas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Desarrolla su docencia e investigación dentro del campo de los Sistemas de Información y la Organización de Empresas, donde también cuenta con experiencia profesio-

sional. Asimismo, es profesor del Master Universitario en Economía de la Salud y Gestión Sanitaria y del Master Universitario de Dirección y Gestión de las Administraciones Públicas, ambos de la ULPGC.

Dirección:

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Saulo Torón, 4
Campus Universitario de Tafira
35017 - Las Palmas de Gran Canaria
Tel. 45 17 82 Fax 45 18 29
E-mail: jorge@jmr.ext.ulpgc.es

Este trabajo ha sido patrocinado por:

UNIÓN ELÉCTRICA DE CANARIAS, S.A. (UNELCO)