

Departamento

Instituto Universitario SIANI

Programa de Doctorado

**Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas
en Ingeniería**

Titulo de la tesis

**Implantación del eBussiness en pequeñas
organizaciones con una orientación al modelado
y la interoperabilidad**

Presentada por

José Juan Hernández Cabrera

Dirigida por

Dr. Francisco Mario Hernández Tejera

Para la obtención del Grado de Doctor en Informática por la
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Las Palmas de Gran Canaria, España
Septiembre 2009

El director

El doctorando

*A mis seres más queridos:
a mi padre y Pilar que siempre los
recuerdo, a mi madre que la
admiro, y a Tere y a mis hijos que
los adoro*

*“no preguntes lo que tu país puede hacer por ti,
pregunta lo que tú puedes hacer por tu país”*

JFK

eBusiness. *Fusión de procesos de negocio, software empresarial y cambios en estructura organizacional, necesaria para crear un negocios de alto rendimiento [KALA99].*

Modelado. *Aproximación al desarrollo de software basado en el modelado del sistema y su generación a partir de los modelos generados [ATKI03].*

Interoperabilidad. *Habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y hacer uso de la información que se ha intercambiado [IEEE90].*

Nota aclaratoria

Dada la naturaleza de este trabajo en el que se pretende dar una solución tecnológica a los problemas específicos de las pequeñas organizaciones, creemos que es importante aclarar algunos términos y expresiones del lenguaje de los que se hará uso a lo largo de este documento.

Como una consecuencia de este trabajo, hay un modelo subyacente que es capaz de soportar servicios a pequeñas organizaciones en general. Esto incluye, tanto a las organizaciones con ánimo de lucro (empresas y negocios) como otras sin ánimo de lucro (organizaciones de carácter social o administraciones).

Este hecho introduce una complicación a la hora de adoptar el lenguaje adecuado al referirnos a ámbitos distintos que poseen nomenclaturas diferentes para conceptos que para el contexto de este trabajo son lo mismo.

Ante esta situación, se nos ha planteado un problema a la hora de determinar que nomenclatura utilizar:

- utilizar de forma recurrente las nomenclaturas específicas a cada ámbito, lo que complicaría el discurso,
- usar una nomenclatura más abstracta que las cubra todas, con el problema de la pérdida de la riqueza simbólica que ya poseen los términos más específicos
- adoptar la nomenclatura específica del mundo de los negocios

Se ha decidido escoger la opción tercera en aras de la comprensibilidad del documento, sin que por ello el trabajo esté limitado exclusivamente a este ámbito. De hecho, desde diferentes puntos de vista tanto en el desarrollo como en las conclusiones o reflexiones de este trabajo, podemos considerar que dicho lenguaje se puede utilizar sin pérdida de generalidad en el ámbito de las pequeñas administraciones u organizaciones en general.

Así que, en este trabajo, cuando nos referimos a cliente o modelo de negocio, nos estamos refiriendo también a ciudadano o modelo de operación respectivamente.

Contenido

1 Motivación.....	1
1.1 Definición del problema	5
1.2 Objetivos del trabajo	8
1.3 Definición de eBusiness	11
1.4 Cuestiones e hipótesis de trabajo	14
1.5 Impacto del trabajo.....	16
1.6 Estructura de la tesis.....	17
2 Marco organizacional.....	19
2.1 Gestión de la infraestructura tecnológica	19
2.1.1 Recursos y capacidades	20
2.1.2 Sistemas de información	21
2.1.3 Nivel estratégico	23
2.1.4 Nivel táctico	24
2.1.5 Nivel operacional.....	24
2.1.6 Alineamiento estratégico	25
2.2 Gestión del cambio organizacional	28
2.2.1 Modelos de cambio organizacional.....	29
2.2.2 Modelos para entender el cambio	30
2.2.3 Modelos de intervención en la organización	34
2.2.4 TQM. Gestión total de la calidad.....	35
2.2.5 BPR. Reingeniería de los procesos de negocio.....	37
2.2.6 BPM. Business Process Management.....	40
2.2.7 Impacto de las TIC.....	41
2.3 Gestión de la innovación.....	42
2.3.1 La gestión del conocimiento	43
2.3.2 Flexibilidad.....	46
2.3.3 Organización en red.....	48
3 Marco tecnológico.....	53
3.1 Ingeniería dirigida por modelos.....	54
3.1.1 Un nuevo paradigma de desarrollo	55
3.1.2 Modelado del negocio.....	57
3.1.3 Estándares para el modelado.....	58
3.1.4 MDA. Model Driven Architecture.....	62

3.2 Interoperabilidad	65
3.2.1 Orientación a servicios.....	67
3.2.2 Tecnologías orientadas a servicios	68
3.2.3 Composición de servicios.....	69
3.2.4 Arquitecturas orientadas a servicios	71
3.2.5 Ontologías	73
3.2.6 Clasificación de las ontologías	75
3.2.7 Herramientas para trabajar con ontologías.....	76
3.2.8 Arquitecturas de Grid	77
3.2.9 Proyectos de Grid	80
3.2.10 Grids orientados a servicios.....	81
3.2.11 Acceso a los recursos	84
3.2.12 Gestión de recursos.....	85
3.2.13 Interfaz para el desarrollo de aplicaciones	87
3.3 Groupware.....	88
3.3.1 Tipos de Groupware.....	91
3.3.2 Groupware como área de investigación	94
3.3.3 Implantación del Groupware.....	98
4 Visión	103
4.1 Metodología de investigación	105
4.2 Orientación de la solución	109
4.2.1 Desarrollo basado en modelos de negocio	109
4.2.2 Interoperabilidad con servicios de negocio.....	113
4.2.3 Interoperabilidad con aplicaciones	117
4.3 Marco analítico	120
4.3.1 Aproximación al modelado	125
4.3.2 Modelo estratégico.....	126
4.3.3 Modelo operacional	128
4.3.4 Modelo tecnológico.....	132
5 La plataforma Monet.....	135
5.1 Algunas consideraciones metodológicas.....	136
5.1.1 Desarrollo evolutivo.....	136
5.1.2 Integridad conceptual.....	137
5.2 Requisitos de la plataforma	139
5.2.1 Requisitos de modelado	139
5.2.2 Requisitos de flexibilidad.....	140
5.2.3 Requisitos de interoperabilidad	141
5.2.4 Requisitos de alineamiento.....	142
5.3 Arquitectura de componentes	142
5.3.1 Modelo de negocio	144
5.3.2 Espacio de negocio.....	147

5.3.3 Entorno de modelado	149
5.3.4 Entorno de ejecución	150
5.3.5 Entorno de control del negocio	153
5.3.6 Entorno de interoperabilidad	155
5.4 Arquitectura tecnológica	158
5.5 Desarrollando sistemas de información	167
5.5.1 Análisis de la organización	169
5.5.2 Diseño del sistema de información	171
5.5.3 Implantación y despliegue	174
5.5.4 Mantenimiento	178
6 Validación experimental	181
6.1 Consideraciones metodológicas	182
6.2 Análisis y modelado de una organización	185
6.2.1 La Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad	185
6.2.2 Recursos humanos	187
6.2.3 Servicios	189
6.2.4 Servicio acreditación del profesorado	190
6.2.5 Servicio de valoración de méritos del profesorado	191
6.2.6 Servicio de acreditación de la experiencia investigadora	192
6.2.7 Unidades de negocio	194
6.2.8 Criterios arquitectónicos	195
6.2.9 Modelo de negocio	198
6.2.10 Modelo de procesos	198
6.2.11 Expedientes de evaluación	202
6.2.12 Expedientes de acreditación del profesorado	204
6.2.13 Expedientes de valoración de méritos del profesorado	208
6.2.14 Expedientes de acreditación de la experiencia investigadora	210
6.2.15 Expedientes de reunión del comité	212
6.2.16 Resultados	213
6.3 Traductores de ontologías	217
6.3.1 Gestión curricular	217
6.3.2 El Curriculum Vitae Normalizado	218
6.3.3 Modelo de negocio	220
6.3.4 Desarrollo de los traductores	223
6.3.5 Resultados	228
6.4 Adaptadores de componentes	230
6.4.1 Proyecto Dias.net	230
6.4.2 Proyecto de integración con Platino	234
6.4.3 Diseño de los adaptadores	237
6.4.4 Desarrollo de espacios de negocios para pymes	240
6.4.5 Resultados	243

7 Conclusiones.....	247
7.1 Resultados	248
7.2 Aportaciones y consecuencias	250
7.2.1 Arquitectura y modelado de la organización	251
7.2.2 Gestión de la infraestructura e interoperabilidad.....	253
7.2.3 Alineamiento estratégico	255
7.2.4 Contribuciones al estado del arte.....	257
7.3 Implicaciones	258
7.3.1 Cambio organizacional.....	258
7.3.2 Coingeniería.....	261
7.4 Trabajo futuro	264
7.4.1 Desarrollo evolutivo en MDE	264
7.4.2 Emergencia de sistemas complejos.....	266
7.4.3 Patrones de diseño de modelos de negocio	270
7.4.4 Trabajo colaborativo.....	271
7.4.5 Usabilidad en eBusiness.....	272
7.4.6 Estudios comparativos con otras soluciones	273
Bibliografía.....	275

Figuras

Figura 1-1. Tamaño y número de empresas en Canarias.....	1
Figura 1-2. Empresas privadas en la Unión Europea.....	5
Figura 1-3. Visión integradora del eBusiness y eGovernment.....	13
Figura 2-1. Dimensiones de la infraestructura tecnológica	20
Figura 2-2. Categorías de sistemas información.....	22
Figura 2-3. Complejidad y dinamismo de la organización y la tecnología.....	26
Figura 3-1. Orientación a servicios	68
Figura 3-2. Modelo SOA: Publish-Find-Bind	72
Figura 3-3. Arquitectura genérica de un Grid.	84
Figura 3-4. Tipos de Groupware	91
Figura 4-1. Clasificación de los proyectos según la incertidumbre	106
Figura 4-2. Metodología del trabajo de investigación	108
Figura 4-3. Proceso de transformaciones en MDA.....	111
Figura 4-4. Interpretación de modelos de negocio.....	112
Figura 4-5. Orquestación de servicios	114
Figura 4-6. Interoperabilidad de servicios basados en ontologías	116
Figura 4-7. Unidad de negocio	121
Figura 4-8. Dependencia entre unidades de negocio.....	122
Figura 4-9. Proyección arquitectónica de una organización	124
Figura 4-10. Función de la planificación y control en la organización.....	127
Figura 4-11. Función de la gestión de servicios en la organización	131
Figura 5-1. Arquitectura de Monet	143
Figura 5-2. Niveles de abstracción en el modelado	147
Figura 5-3. Arquitectura del entorno de ejecución.....	151
Figura 5-4. Entorno de ejecución para trabajadores y agentes virtuales	153
Figura 5-5. Entorno de interoperabilidad.....	158
Figura 5-6. Arquitectura tecnológica de Monet.....	160
Figura 5-7. Alternativas de componentes para Monet.....	164
Figura 5-8. Componentes para el directorio de usuario.....	165
Figura 5-9. Despliegue de servicios de base de Monet.....	166
Figura 5-10. Desarrollo de un sistema de información en Monet.....	167
Figura 5-11. Actividades para el desarrollo de un sistema de información ..	169
Figura 5-12. Patrón de diseño para desarrollar agentes en Monet.....	176
Figura 6-1. Servicio de acreditación del profesorado.....	191
Figura 6-2. Servicio de valoración de méritos del profesorado	192

Figura 6-3. Servicio de acreditación de la experiencia investigadora.....	193
Figura 6-4. Arquitectura de unidades de negocio de la ACECAU.....	195
Figura 6-5. Recursos para la evaluación del profesorado.....	195
Figura 6-6. Servicios de atención al cliente descentralizados	197
Figura 6-7. Proceso general de evaluación del profesorado	202
Figura 6-8. Expediente de evaluación	204
Figura 6-9. Expediente de acreditación del profesorado	206
Figura 6-10. Expediente de evaluación del profesorado.....	209
Figura 6-11. Acreditación de la experiencia investigadora.....	211
Figura 6-12. Expediente de reunión del comité.....	213
Figura 6-13. Estructura departamental de la ACECAU	214
Figura 6-14. Modelo conceptual de MiCV	221
Figura 6-15. Esquema arquitectónico de traducción.....	225
Figura 6-16. Desarrollo de un traductor con plantillas XSL.....	226
Figura 6-17. Factoría de traductores	228
Figura 6-18. Interfaz abstracta de un traductor de Monet.....	228
Figura 6-19. Arquitectura de clases de los adaptadores	238
Figura 6-20. Esquema de integración con sistemas externos.....	240
Figura 6-21. Plataforma de negocio de una zona comercial.....	242
Figura 7-1. Ciclo de investigación, desarrollo y transferencia.....	250
Figura 7-2. Ciclo de innovación en las organizaciones.....	259
Figura 7-3. Cambio de estructuras verticales a horizontales.....	260

Acrónimos

3GL. 3th Generation Language
4GL. 4th Generation Language
ASAP. Asynchronous Application Service Protocol
API. Application Programming Interface
ATL. Atlas Transformation Language
BPM. Business Process Modelling
BPR. Business Process Reengineering
BPDM. Business Process Definition Metamodel
BPEL. Business Process Execution Language
BPMI. Business Process Management Initiative
BPML. Business Process Modelling Language
BPMN. Business Process Modelling Notation
BPQL. Business Process Query Language
BPS. Business Process Simulation
CIM. Computer Independent Model
CORBA. Common Object Request Broker Architecture
CPD. Centro de Proceso de Datos
CRM. Customer Relationship Management
CVN. Curriculum Vitae Normalizado
DBE. Digital Business Ecosystem
DCOM. Distributed Component Object Model
DSML. Domain Specific Modeling Languages
EIF. European Interoperability Framework
ESB. Enterprise Service Bus
GUI. Graphical User Interface
HCI. Human Computer Interaction
ISM. Implementation Specific Model

JEE. Java Enterprise Edition
LDAP. Lightweight Directory Access Protocol
LOPD. Ley Orgánica de Protección de Datos
MDA. Model Driven Architecture
MDD. Model Driven Development
MDE. Model Driven Engineering
MOF. Meta-Object Facility
OASIS. Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OLAP. On Line Analytical Processing
OMG. Object Management Group
PIM. Platform Independent Model
PKCS. Public Key Cryptographic System
PSM. Platform Specific Model
PYME. Pequeña y mediana empresa
QoS. Quality of Service
QVT. Query/View/Transformation
RMI. Java Remote Method Invocation
SAI. Sistema de Alimentación Ininterrumpida
SBVR. Semantics of Business Vocabulary and Business Rules
SOA. Service Oriented Architecture
SOAP. Simple Object Access Protocol
SCM. Supply Chain Management
SCOR. Supply Chain Operations Reference
SECTE. Sistema Español de Ciencia, Tecnología y Empresa
SMS. Short Messaging Service
SSO. Single Sign On
TIC. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TQM. Total Quality Management
UML. Unified Modelling Language
W3C. World Wide Web Consortium

WS. Web Service

WSDL. Web Service Description Language

XML. eXtensible Markup Language

XSD. XML Schema Definition

XSL. eXtensible Stylesheet Language

XSLT. eXtensible Stylesheet Transformations

Resumen

En esta tesis se ha propuesto y validado una solución tecnológica que ayuda a las pequeñas organizaciones a innovar, facilitando que puedan afrontar el cambio tecnológico y organizacional.

Principalmente esta solución ha sido concebida como una herramienta para pequeñas organizaciones que tienen limitaciones de recursos para definir su proyección organizacional y tecnológica.

La motivación para realizar este trabajo viene dada justamente por el contexto socio-económico de Canarias en el que nuestra Universidad está insertada. Canarias se caracteriza por un tejido empresarial en el que prácticamente no operan grandes empresas, en su mayoría son pequeñas empresas y normalmente microempresas de carácter familiar.

Se ha definido una solución orientada al modelado de negocios y la interoperabilidad. La solución que se ha investigado se ha materializado en Monet, una plataforma tecnológica que permite desarrollar sistemas de información interoperables mediante una nueva orientación a la Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE).

Los principales resultados que se han obtenido en este trabajo son los siguientes:

1. Mecanismos de modelado para describir las características de la organización, sus servicios de negocio, sus flujos de trabajo y sus procesos.
2. Mecanismos para gestionar la configuración del software de base de forma que la organización tenga flexibilidad para definir la arquitectura tecnológica.
3. Mecanismos para integrar servicios y aplicaciones que permiten la interacción tanto dentro de la organización como con otras organizaciones.

Abstract

In this thesis, a new technological solution that supports small organisations to innovate and face the technological and organisational change has been proposed and validated. Mainly, this solution has been conceived as a tool that helps small organisations to define their organisational and technological vision.

The motivation to make this work comes from the economical context of the Canary Islands. The business sector in Canary Islands is noted for a practical absence of large enterprises: most of the enterprises are small or family owned.

The solution that has been defined in this work is oriented to model the business behaviour and interoperability with other organisations. The result of this research is Monet, a technological platform that allows the development of information systems with a new approach of Model Driven Engineering (MDE).

The main results of this work can be summarized as follows:

1. Modelling mechanisms for describing the organisations services, workflows and processes.
2. Configuration mechanisms that allows organisations to be flexible for defining their own technological architecture.
3. Integration mechanisms for using transparently external services and third party applications.

Agradecimientos

El trabajo de esta tesis nunca se hubiera completado sin la ayuda de mucha gente, a quienes quiero expresar mi gratitud.

En primer lugar agradecer a mi director de tesis, Dr. F. Mario Hernández Tejera, quien ha confiado siempre en mi trabajo. Agradezco su paciencia y dedicación que han sido decisivos en la realización de este trabajo de investigación.

También quiero agradecer a los miembros del grupo de investigación del laboratorio de Ingeniería del Software y a Miguel Montesdeoca con los que, a lo largo de estos últimos años he trabajado en diferentes proyectos, porque me han ayudado a tener una visión amplia de la investigación y la innovación.

Agradezco a mi madre su ayuda, su sacrificio y por enseñarme que no hay retos imposibles sino difíciles.

Y sobre todo quiero agradecer a Tere y nuestros niños su apoyo incondicional, paciencia y generosidad por sacrificar su tiempo para que pudiera terminar esta tesis.

Gracias

Las Palmas de Gran Canaria, 14 de septiembre de 2009

Seis hindúes sabios, inclinados al estudio, quisieron saber qué era un elefante. Como eran ciegos, decidieron hacerlo mediante el tacto.

El primero en llegar junto al elefante, chocó contra su ancho y duro lomo y dijo: «Ya veo, es como una pared».

El segundo, palpando el colmillo, gritó: «Esto es tan agudo, redondo y liso que el elefante es como una lanza».

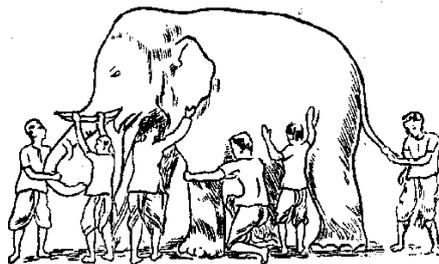
El tercero tocó la trompa retorcida y gritó: «¡Dios me libre! El elefante es como una serpiente».

El cuarto extendió su mano hasta la rodilla, palpó en torno y dijo: «Está claro, el elefante, es como un árbol».

El quinto, que casualmente tocó una oreja, exclamó: «Aún el más ciego de los hombres se daría cuenta de que el elefante es como un abanico».

El sexto, quien tocó la oscilante cola acotó: «El elefante es muy parecido a una soga».

Y así, los sabios discutían largo y tendido, cada uno excesivamente terco y violento en su propia opinión y, aunque parcialmente en lo cierto, estaban todos equivocados



*Parábola de los Seis Sabios Ciegos y el Elefante.
Muhammed Jalal al-Din Rumi. Sufí persa (s. XIII)*

1 Motivación

La motivación principal de este trabajo ha sido aplicar conocimientos y producir tecnología al servicio del desarrollo de las organizaciones en Canarias. Por tanto, es un trabajo que se ubica contextualmente en la situación socio-económica de esta región con el objetivo de aplicar la investigación y el conocimiento a las necesidades de sus organizaciones.

El análisis del sector privado en Canarias muestra un dato relevante acerca de la estructura económica de esta región: el 93,9% de las empresas canarias tienen menos de 10 empleados, y el 5,98% tienen entre 10 y 250 empleados [INTR05]. Es decir, en Canarias el 99,88% de las empresas son pymes (pequeñas y medianas empresas) o micropymes. Estas empresas tienen un papel central desde un punto de vista económico y social ya que son la fuente principal de empleo.

Microempresas 0-9 empleados	110.250	93.9%
Pequeñas y medianas 10-250 empleados	7.024	5.98%
Grandes empresas Más de 250 empleados	139	0.12%
Total	117.413	100%

Figura 1-1. Tamaño y número de empresas en Canarias

Según datos de la OCDE [OECD05], en España los datos son muy similares: las pymes, empresas entre 10 y 250 empleados, y las micropymes, empresas con menos de 10 trabajadores, representan respectivamente el 5,8% y el 94% del número total de empresas. Según esta misma fuente, estas empresas generan el 78% del empleo.

Las pymes en España [OECD05] son más pequeñas que las europeas y registran menos participación en las ventas y comercio internacional, lo

2 Implantación del eBusiness en pequeñas organizaciones con una orientación al modelado y la interoperabilidad

que indica una posición competitiva débil y una presencia limitada en los mercados extranjeros.

Con la mirada puesta en la Administración, que podría considerarse a priori la organización de mayor tamaño en Canarias, observamos que no se comporta como una gran organización, sino más bien como un conjunto de pequeñas organizaciones federadas.

Esta situación es probablemente heredera del proceso histórico de creación y crecimiento de la Administración. Cada departamento que ha sido objeto de estudio, tanto en la administración autonómica como en la insular y local, se comporta como un ente autónomo, carente de una política de integración en el resto de la estructura desde el punto de vista del funcionamiento de los procesos de negocio.

Hay algunas evidencias en el funcionamiento de la Administración que apoyan la hipótesis de una organización federal en la que cada departamento actúa aisladamente como si de una pequeña organización se tratara:

1. Los servicios que ofrece la Administración están muy especializados, y es prácticamente imposible que se puedan replicar las soluciones de un departamento a otro.
2. Internamente, los departamentos están formados por pocas personas. En nuestros trabajos experimentales con la Administración, el departamento de mayor tamaño con el que hemos trabajado ha sido de 15 personas.
3. La estructura departamental es enorme. Hay muchos departamentos y el ciudadano tiene que conocer esta estructura para realizar una tramitación.
4. No se facilita el acceso global del ciudadano a la Administración. Hemos comprobado que servicios sucesivos en el tiempo tienen que ser tramitados por separado, teniendo que presentar el ciudadano algunos documentos ya entregados anteriormente. En algunos casos esta documentación es generada por otro departamento de la propia Administración y es el ciudadano quien tiene que solicitarla expresamente, en lugar de gestionarse la obtención de dicha información internamente.

5. No hay integración entre departamentos con lo que no se puede intercambiar información. Esto se agrava cuando existe dispersión física en la ubicación de los departamentos.
6. La distribución del personal por departamentos no se ajusta a la carga de trabajo de éstos. Pueden haber departamentos ociosos mientras otros se encuentran puntual o generalmente saturados, gestionando un volumen de trabajo elevado.
7. No se aprovecha la experiencia que pueda haber adquirido un gestor en un departamento concreto, para transferirla a otras áreas de la organización.

Probablemente, las razones por las que esto ocurre son de carácter histórico. Puede que estén relacionadas con los mecanismos de autorregulación que se han ido generando para facilitar el funcionamiento de una Administración que ha crecido en dimensión y complejidad y ha abandonado el modelo de gran organización. Al no haber un diseño explícito y para evitar el colapso de su funcionamiento, la forma natural de crecer ha sido agregando pequeñas organizaciones.

Por tanto, consideramos que el análisis del funcionamiento y ejecución del trabajo que realiza la Administración, debiera abordarse desde una posición en la que cada uno de los servicios se comporta como un ente autónomo débilmente acoplado..

Esta estructura federal que exhibe la Administración tiene como consecuencia que no es del todo correcto analizar su funcionamiento desde el punto de vista de una gran organización, porque dichos análisis no darían lugar a un modelado adecuado del funcionamiento interno. Más bien, consideramos que lo que resultaría correcto desde el punto de vista del análisis en este contexto, es que cada departamento de la Administración encaja mejor en la visión de una pequeña organización que se interrelaciona en una estructuración en red con otros.

A partir de este análisis en el que se constata que tanto las organizaciones privadas como las públicas en Canarias son pequeñas, se plantea la mejora de la competitividad de estas organizaciones. Aunque los organismos públicos y otras organizaciones sin ánimo de lucro como asociaciones, colegios profesionales o clubes deportivos, no tienen que

4 Implantación del eBusiness en pequeñas organizaciones con una orientación al modelado y la interoperabilidad

competir en el mercado, si que están sometidas a las presiones competitivas de un “mercado” en el que el “cliente” desea ver satisfechas sus expectativas, expectativas que están aumentando continuamente por comparación con otros organismos análogos de los que también reciben una prestación de sus servicios.

La globalización ha generado un entorno completamente diferente para las organizaciones, mucho más dinámico, y que las obliga a competir o colaborar en otros ámbitos geográficos [OECD07c]. Por ello, la revolución de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) presenta grandes retos para las pequeñas organizaciones en los nuevos marcos económicos globales, en la medida en que la competitividad de éstas dependerá de su capacidad para incorporar estas tecnologías en el proceso de su negocio [OECD07b] [BRAD93].

Las pymes españolas, y en especial las Canarias, tienen que incrementar su capacidad de innovación ya que esto ayudará a mejorar la productividad, es decir fortaleciendo la innovación tecnológica se estimula la competitividad y el crecimiento [OECD07a] [FOST87].

Dado que estos retos son muy importantes para el desarrollo económico y la competitividad de Canarias, en este trabajo, se desea abordar el problema de la introducción de las TIC en las pequeñas organizaciones.

No obstante, una consecuencia de la ejecución es que los resultados de este trabajo no son exclusivamente aplicables a la realidad que lo ha motivado, y son perfectamente adaptables a otros entornos geográficos.

En Europa, las pequeñas empresas también son el motor de la economía y la generación de empleo donde hay entorno a 20 millones de pymes, representando al 99,78% de las empresas y generando 80 millones de puestos de trabajo [OBSE02].

	Micro	Pequeñas	Medianas	Grandes	Total
Nº de empresas miles	19.040	1.200	170	40	20.455
Empleo miles de trabajadores	41.750	23.080	15.960	40.960	121.750
Ocupados por empresa	2	20	95	1.020	6
Producción millones euros por empresa	0,2	3,0	24,0	255,0	1,1

Figura 1-2. Empresas privadas en la Unión Europea

1.1 Definición del problema

La entrada de las TIC en muchas pymes se ha producido como una reacción a la aparición de Internet. Dado que ha sido prácticamente una acción defensiva, esto ha conducido a que las empresas hayan desarrollado una presencia en Internet con la que satisfacer el requisito de “tener una página Web”. Así, muchas empresas han limitado su innovación tecnológica a mostrar la oferta de información corporativa en la Web, en vez de hacer un planteamiento de su utilización como herramienta estratégica.

La empresa al verse obligada a adoptar una solución a corto plazo, aunque ha resuelto aparentemente el problema, evidentemente no ha llegado a dominar la tecnología y por tanto considerar su utilización como herramienta competitiva y que le ayude a innovar.

Una ventaja competitiva se logra cuando una estrategia concreta consigue crear valor a la empresa y no está siendo implementada por ningún otro competidor presente o futuro [BARN91] [MATA95].

La información y las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) son una de las fuentes importantes de competitividad [PORT85][PORT01], ahora bien, la empresa tiene que ser capaz de usarla para gestionar o desarrollar su negocio, ajustarse a las demandas del mercado y a las prioridades del trabajo [SWEE00] [BYRD00] [PRAH02]. Para ello, necesita contar con un sistema de información que recopile,

6 Implantación del eBusiness en pequeñas organizaciones con una orientación al modelado y la interoperabilidad

elabore y distribuya la información que se requiere para llevar a cabo las actividades en la organización; y una infraestructura TIC que permita construir y configurar el soporte tecnológico para dicho sistema de información.

Para las organizaciones, y en especial las más pequeñas, es difícil contar con un sistema de información adaptado a sus necesidades por la propia complejidad de dificultades como mantener el alineamiento estratégico o abordar el cambio organizacional [KING95].

No obstante, las organizaciones también tienen la necesidad de ser flexibles, dinámicas y con capacidad de respuesta a los cambios del mercado. Cualquier cambio que se produzca en la estrategia del negocio debe estar soportado por el sistema de información para poder dar soporte a la ejecución de cualquier actividad que se precise [HEND91], [ITAM92]. Es decir, es necesaria la adecuación del sistema de información con la estrategia del negocio.

En numerosas ocasiones se percibe que la infraestructura TIC o el propio sistema de información se han quedado obsoletos o, aún peor, que el sistema de información que se ha desarrollado nunca ha llegado a soportar bien la verdadera estrategia del negocio.

El concepto de alineamiento estratégico surge precisamente de esta situación. Alineamiento estratégico puede definirse *como el grado en el que la misión, objetivos y planes de tecnologías de la información soportan la misión, objetivos y planes de negocio* [REIC00]. El alineamiento entre la organización y las TIC normalmente es débil y se corresponde, metafóricamente hablando, con un enlace elástico, de forma que cuando uno evoluciona el otro es arrastrado, pero la separación entre los elementos enlazados tiende a aumentar incrementalmente o de forma discontinua [NADL95]. Las causas que producen el desalineamiento entre negocio y sistema de información pueden ser debidas a: cambios en el entorno del negocio, evolución tecnológica o factores organizacionales [PRAH02].

Muchos autores han tratado de responder la cuestión de como mantener alineada la infraestructura TIC con los objetivos del negocio y han propuesto metodologías para intentar conseguirlo [SAUE97], [WEIL98], [HEND93], [MORT91], [KEEN91]. Una solución a este problema puede

pasar por disponer de una infraestructura TIC flexible [TALL03]. La flexibilidad cualifica la capacidad de modificar el sistema de información para adaptarse eficazmente a las necesidades cambiantes de la organización, minimizando los efectos colaterales, *el tiempo y el esfuerzo*.

No obstante, además de la flexibilidad, hay otros requisitos que deben tenerse en cuenta. En concreto, hay que abordar problemas como la disponibilidad, seguridad, escalabilidad o usabilidad.

En los casos en los que la tecnología sea estratégica para el desarrollo del negocio, es necesaria una infraestructura TIC que proporcione una alta disponibilidad del sistema, así como un entorno seguro y con la capacidad para recuperarse automáticamente de fallos del sistema [SAUE97] [FOST02b].

La escalabilidad de la infraestructura TIC se refiere a atender a los requerimientos de trabajo con una infraestructura correctamente dimensionada [WEIL02]:

1. permitiendo atender cargas de trabajo puntuales pero manteniendo la calidad del servicio
2. garantizando la disponibilidad del servicio sin sobredimensionar la infraestructura
3. soportando el mantenimiento de las aplicaciones sin tener que contratar personal especializado para realizar esta tarea

La usabilidad o la experiencia del usuario con el sistema de información es un factor crítico ya que es un facilitador para la adopción de las tecnologías y eventualmente puede ayudar a reducir costes. Cuanto más capaces sean los usuarios de usar el sistema reconociendo intuitivamente su funcionamiento, menor será la necesaria inversión en tiempo para cursos de entrenamiento.

Por otro lado, las organizaciones pueden verse obligadas a afrontar estructuras descentralizadas, bien porque su naturaleza es distribuida o bien porque se han externalizado (outsourcing) algunos departamentos para concentrarse en los aspectos más específicos del negocio. Afrontar esta descentralización es posible con la tecnología actual pero se necesitan mecanismos para interoperar entre las partes de la

organización o con organizaciones externas con garantías de disponibilidad y seguridad [DESA94b].

Las organizaciones tampoco tendrían que resolver problemas como: la anticipación a las tendencias tecnológicas, la integración con los sistemas de un nuevo proveedor o la migración a nuevos sistemas.

Además, se pretende que los costes de las TIC se reduzcan y que estén en relación con su contribución a los objetivos de la organización [XUHU04]. En resumen, las organizaciones deben llevar a cabo la tarea aparentemente imposible de mantener los niveles de servicio a la vez que se debe reducir la inversión en TIC; compartir recursos e información, garantizar la seguridad; e integrar productos en el sistema más rápidamente con menos recursos [XUHU04].

Generalmente, las organizaciones, y en especial las más pequeñas, no son capaces de enfrentarse a estos problemas ya que no están directamente relacionados con su negocio [WEIL02]. Por tanto, las soluciones que se adopten deben ser capaces de abordar esta problemática y en definitiva construir un sistema de información y una infraestructura tecnológica que exhiban los requisitos de flexibilidad, escalabilidad, seguridad, usabilidad, interoperabilidad y disponibilidad.

1.2 Objetivos del trabajo

Los problemas antes citados son comunes a todas las organizaciones, pero son las pequeñas organizaciones las que encuentran más difícil acceder a las TIC dada su falta de conocimiento para definir una estrategia tecnológica y su falta de capacidad para usar las tecnologías.

Desaprovechar el potencial de las TIC puede convertirse en un hándicap para su competitividad al darse las circunstancias que impiden a estas empresas el acceso a un recurso que, potencialmente, le ayudaría a obtener mejoras cualitativas de sus productos, servicios o cadenas productivas y anticiparse a acciones de su competencia.

En el caso de las Islas Canarias, donde las pymes son el pilar de la economía, esta realidad es especialmente crítica ya que la tecnología

incluso puede ayudar a superar las barreras geográficas y proporcionar nuevas oportunidades de negocio, formación y conocimiento.

En un contexto socio-económico como el de Canarias, marcado por la presencia de pequeñas organizaciones, **el objetivo principal que abordamos en este trabajo es afrontar las dificultades a las que se enfrentan dichas organizaciones, en lo que al aprovechamiento de las TIC como elemento estratégico para el negocio se refiere.**

Estas organizaciones, al no disponer de grandes recursos financieros ni el acceso al conocimiento, a los que si pueden tener empresas de mayor dimensión, no tienen la oportunidad de conciliar diferentes visiones tecnológicas y organizacionales que le permitan ser más competitivas.

El término “brecha digital” (digital divide) alude a *una situación de exclusión de determinados colectivos o individuos como consecuencia de la desigualdad de posibilidades y oportunidades que existen para acceder a la información, al conocimiento y la educación mediante las TIC.*

Desde esta perspectiva, el objetivo consiste en ayudar a las pymes a superar la brecha digital, facilitándoles la incorporación de las TIC en su estructura.

No obstante, el problema no se reduce exclusivamente a la mera introducción de las TIC. En realidad, se trata de dotar al negocio de una visión en la que se rediseña completamente la organización contando con el soporte de las TIC [CARR03].

Las TIC son una herramienta cuyo potencial real se aprovecha cuando la organización tiene la capacidad para innovar, es decir modificar sus estructuras, productos y servicios. Cualquier innovación (transformación o reinención) de un negocio, no sólo debe considerar las TIC sino también las estrategias, las estructuras, la cultura organizacional y los recursos humanos involucrados.

La leyenda de los ciegos y el elefante que sirve de cita introductoria a este trabajo, nos ayuda a reflexionar sobre la necesidad de aproximar dominios en la resolución de problemas en los que puede existir más de un punto de vista. Aunque superficialmente pueda parecer que las visiones acerca de los problemas relacionados con las organizaciones

10 Implantación del eBusiness en pequeñas organizaciones con una orientación al modelado y la interoperabilidad

son muy diferentes, en realidad podemos asumir que se corresponden con puntos de vista parciales de una misma realidad más compleja, que podría describirse mediante algún mecanismo de composición. Como en la leyenda, cada ciego tiene una visión que parece irreconciliable con la de cualquier otro de sus compañeros, pero si componemos todas las visiones podremos tener una imagen más completa y cercana a la realidad del animal objeto de la descripción. La aplicación de las TIC en las organizaciones es un elefante por tamaño y complejidad para que un ingeniero de sistemas pueda visualizarla en toda su integridad, por lo que la construcción de una solución no resulta un proceso sencillo.

En este trabajo se aborda justamente el reto de conjugar diferentes visiones, que surgen tanto en el ámbito tecnológico como en el ámbito organizacional. Como se ha dicho, el trabajo se orienta a dar una solución a las pequeñas organizaciones que no tienen los recursos para enfrentar el constante cambio al que se ven sometidas, tanto por la dinámica del entorno como por el vertiginoso avance tecnológico.

Poner en marcha una estrategia TIC empezando por adquirir tecnología sin tener suficientemente en cuenta los cambios que deben introducirse en la organización conduce normalmente al fracaso [BROW01] [GROS01] [WHIT99] [YOUN03]. Implantar con éxito soluciones tecnológicas en las organizaciones requiere, por un lado, un replanteamiento de las operaciones y la relación con los clientes y, por otro lado, un plan de formación que inculque una cultura corporativa orientada a promover la innovación.

En general, es muy difícil que una pyme tenga la capacidad para hacer un replanteamiento estratégico que le impulse a nuevas formas de gestionar los negocios con las TIC. Además, un proyecto de reestructuración no siempre es definitivo y pocas veces concluye con éxito [GROS01] [WHIT99] [YOUN03].

Cualquier cambio implica riesgos y habitualmente es difícil predecir el resultado [LORE00]. En general, todas las organizaciones normalmente se resisten al cambio, ya que esto significa conmoción y la ruptura con estructuras sociales y prácticas fuertemente establecidas [BECK87]. El cambio organizacional requiere una alteración de la cultura del trabajo y que se operen cambios en la conducta de las personas. Es muy difícil

introducir cambios orientados hacia un nuevo orden de cosas ya que siempre va a haber más personas disfrutando de la situación actual que personas interesadas en que las cosas cambien. Para una pyme, un proyecto de reestructuración puede subjetivamente tener más riesgo que permanecer estáticos y “arriesgarse a no innovar”.

Desde este punto de vista, el objetivo del trabajo es dar soporte a las pymes para que puedan realizar la necesaria actividad innovadora y así dar respuesta a los continuos cambios del entorno. Concretamente, se pretende que las pequeñas organizaciones realicen cambios que ayuden a mejorar sus servicios; y cambios en las formas de realizar el trabajo, de coordinar a las personas y su capacidad de ejecutar los procesos. De esta forma, estarán en mejores condiciones de obtener una ventaja competitiva en el mercado.

1.3 Definición de eBusiness

Las TIC se pueden poner al servicio de una organización para mejorar sus actividades internas, dotarla de flexibilidad, habilitar la posibilidad para interoperar con otras organizaciones y conocer las necesidades de sus clientes para así adaptar la oferta a la demanda. Potencialmente, las TIC facilitan la coordinación y el acceso a la información; permiten la construcción y utilización del conocimiento; y ayudan a propiciar un marco organizativo diferente.

No obstante, como comentábamos, no basta con la mera introducción de las TIC, es necesario realizar cambios en el propio funcionamiento de la organización para que éstas funcionen. Las organizaciones tienen la tendencia de reproducir lo que se está haciendo con la tramitación documental realizada con los papeles físicos al implantar las TIC. Este proceso se debe enfocar de forma integral favoreciendo que las TIC estén imbricadas con las estrategias organizacionales.

En eBusiness, que es un concepto relativamente reciente, se aboga por una visión en la que se crean nuevos modelos de negocio basados en la integración de las nuevas tecnologías dentro de la estructura de la empresa. No consiste simplemente en dotar a la empresa de nuevas

12 Implantación del eBusiness en pequeñas organizaciones con una orientación al modelado y la interoperabilidad

tecnologías, se trata de una nueva forma de hacer las cosas en la que la tecnología no entra en las organizaciones de forma incontrolada.

En eGovernment, que engloba la integración de las TIC en los procesos de las organizaciones públicas para su mejora interna y de la relación con los ciudadanos, también es crítico desarrollar la capacidad para rediseñar procesos. Introducir tecnología sin revisar las prácticas de trabajo puede restringir gravemente la prestación del servicio al usuario y las mejoras de eficiencia. Es necesario revisar el proceso completo y no optimizar solamente la función de interacción con el usuario; es un error habitual confundir eGovernment con proporcionar una Web en la que los usuarios realicen sus trámites de forma electrónica.

Kalakota define eBusiness como *“la fusión de procesos de negocio, aplicaciones empresariales y estructura organizacional, necesaria para crear un modelo de negocio de alto rendimiento”* [KALA99]. El eBusiness tiene una orientación fundamental hacia al cliente. Es una visión para integrar una organización con sus clientes y proveedores haciéndola más eficiente, reduciendo los costes de las actividades tradicionales y mejorando la calidad de las cadenas de valor en los procesos de negocio.

El eBusiness puede servir para mejorar la eficiencia y capacidad de respuesta de las organizaciones al reducir costes como consecuencia de automatizar procesos y ofrecer autoservicios a proveedores y clientes. Con ello se libera al personal con lo que tiene más tiempo para realizar tareas que añadan valor y ocuparse de objetivos más estratégicos.

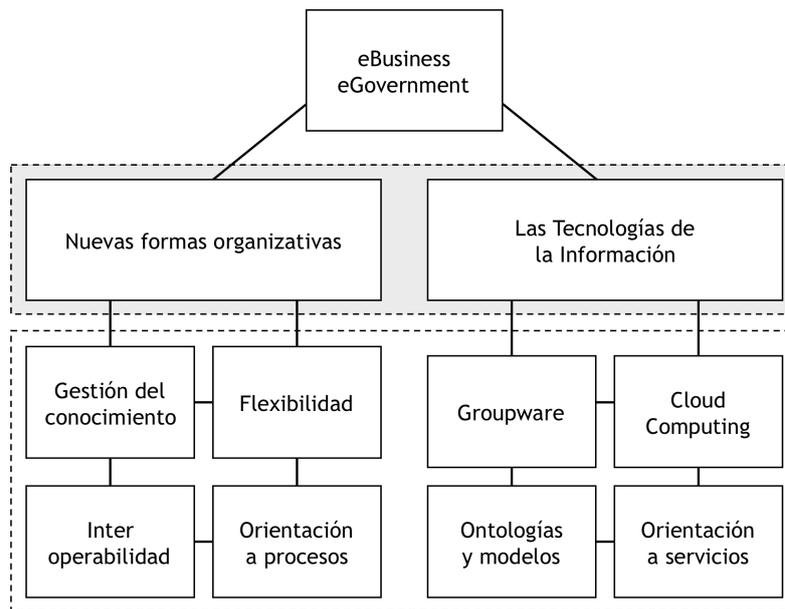


Figura 1-3. Visión integradora del eBusiness y eGovernment

Desde nuestro punto de vista, el hecho más relevante relacionado con eBusiness y eGovernment es su orientación a aproximar dos dominios que tradicionalmente han sido estudiados por separado, planteándose que diferentes visiones tecnológicas y organizacionales puedan confluír en una visión conjunta.

En el análisis de los indicadores de introducción del eBusiness en empresas privadas, se confirman las diferencias entre las grandes empresas y las pymes. Incluso, en el análisis por países, se aprecia que Reino Unido y Alemania tienen una ventaja comparativa con respecto a otros países analizados. Esto tiene que ver en parte con el tamaño de las empresas que dominan en estos países. En países con una estructura económica basada en pymes, lógicamente las cifras reflejan la baja introducción del eBusiness.

1.4 Cuestiones e hipótesis de trabajo

Que el uso de las TIC no sea todavía significativo en la mayoría de la pymes puede deberse a problemas como:

1. Falta de personal que pueda gestionar la tecnología y realizar los procesos de actualización o implantación
2. Dificultades económicas
3. Miedo a un ámbito tecnológico y una orientación empresarial desconocida y plena de incógnitas.
4. Desconocimiento del potencial de las TIC y escasez de aptitudes tecnológicas
5. Falta de estándares para interoperabilidad lo que genera una dificultad para colaborar o cooperar con otras organizaciones
6. Dificultad para abordar el cambio organizacional

Las cuestiones que se plantean en este trabajo pretenden plantear soluciones a estos problemas:

1. ¿cómo puede construir una pequeña organización un sistema de información y una infraestructura tecnológica flexible, escalable, segura, usable, interoperable y con alta disponibilidad sin incurrir en costes que no tengan un retorno?
2. ¿cómo pueden las pequeñas organizaciones enfrentarse a los problemas derivados de la introducción de las TIC, que no están directamente relacionados con su negocio?
3. ¿cómo puede abordarse el proceso de cambio organizacional que requiere la introducción de las TIC en una pequeña organización?

La hipótesis de trabajo es si es posible abordar esta problemática e implantar el eBusiness en las pequeñas organizaciones mediante una solución basada en una propuesta de mecanismos de modelado e interoperabilidad de negocios.

Estos mecanismos de modelado e interoperabilidad que se han propuesto, se han implementado en una plataforma software llamada Monet: Modelling & Networking. Esta plataforma es un requisito

metodológico en este trabajo ya que permite validar experimentalmente los mecanismos propuestos.

La plataforma, además de servir como herramienta de laboratorio con la que realizar los experimentos, es útil para desarrollar sistemas de información con una nueva orientación a la ingeniería dirigida por modelos.

La ingeniería dirigida por modelos (Model Driven Engineering, MDE) es un nuevo paradigma de desarrollo en el que se definen nuevas metodologías para construir sistemas a un nivel de abstracción más próximo al dominio del problema [SCHM06]. Los modelos, que en este paradigma son los artefactos que dirigen el proceso de desarrollo, son representaciones formales que describen un dominio concreto con una semántica próxima al ser humano, pero a la vez son procesables por una máquina para generar un sistema software [SEID03]. Además, esta aproximación al desarrollo permite mejorar la productividad e incrementar el retorno de inversión que deriva de un esfuerzo de desarrollo de un sistema de información [ATKI03].

La plataforma contribuye al desarrollo de sistemas de información con herramientas para:

- proyectar sistemas de información que encajen tanto desde el punto de vista de la reingeniería de negocios como del software.
- conducir a la organización a un replanteamiento que le permita mejorar la gestión de los procesos, gestionar eficazmente el conocimiento y cooperar con otras organizaciones de forma flexible.
- orientar a servicios la propia estructura de la organización para facilitar la adaptación a los cambios que se produzcan en el entorno.
- definir la forma de realizar el trabajo, coordinar a las personas y ejecutar los procesos.
- habilitar una conexión transparente entre organizaciones.

Los mecanismos de modelado propuestos que se han incluido en Monet utilizan una aproximación novedosa con respecto a otras

aproximaciones clásicas de ingeniería dirigida por modelos. En lugar de aplicar un proceso de transformaciones y compilaciones sucesivas que es habitual en otras aproximaciones de ingeniería dirigida por modelos, en esta solución, los modelos de negocio al contener toda la semántica que describe el sistema de información, son directamente interpretables. Por lo tanto, no hay necesidad de introducir lógica en los pasos intermedios del proceso de transformación, ya que el modelo contiene toda la lógica del negocio, a diferencia de las otras aproximaciones que en algunos casos necesitan esta funcionalidad.

En otro orden, se ha diseñado la arquitectura de la plataforma para permitir desplegar la plataforma en diferentes entornos con los requisitos que individualmente establezca cada organización. En este sentido, es importante que la plataforma:

1. aisle a las pequeñas organizaciones de toda la problemática relacionada con la infraestructura tecnológica como escalabilidad, seguridad y disponibilidad de los sistemas de información.
2. garantice la flexibilidad del sistema de información y permita introducir cambios funcionales a medida que se presentan nuevas necesidades o nuevas tendencias tecnológicas que aparezcan en el mercado.
3. favorezca la facilidad de uso de las aplicaciones, de tal forma que no se bloqueen los procesos de cambio en las organizaciones.

1.5 Impacto del trabajo

Como producto de este trabajo de investigación, se cuenta con una nueva plataforma para la ingeniería de sistemas de información que permite mejorar la productividad en el desarrollo de soluciones de negocio para las organizaciones. Además, la plataforma facilita el mantenimiento del sistema de información y da la posibilidad de realizar cambios rápidamente y con un coste muy bajo.

Así, las soluciones que se puede ofrecer a las pequeñas organizaciones con esta plataforma están adaptadas al coste de inversión que las

empresas pueden asumir, favoreciendo que el retorno de la inversión sea más rápido.

Por otro lado, estos resultados tienen un impacto directo en aquellas empresas que ofrecen servicios basados en la introducción de sistemas de información en las organizaciones. Al usar la plataforma, las empresas aplican indirectamente el conocimiento acumulado en esta investigación y pueden ofrecer desarrollos de sistemas de información de calidad.

Estas empresas de desarrollo pueden realizar una oferta de servicios que impacte tanto en la construcción de una infraestructura tecnológica (hardware y software) como en la necesaria consultoría que permita replantear los procesos y la gestión dentro de la organización.

Además, como la plataforma permite cristalizar conjuntamente la estructura del negocio con la visión tecnológica, se pueden configurar sistemas de información que exhiben un paralelismo semántico con la estructura del negocio. Esto facilita enormemente el necesario alineamiento que debe existir entre el sistema de información y la organización.

En definitiva, se ayuda a que las pequeñas organizaciones que son el motor económico tanto en Canarias como en Europa, dispongan de sistemas de información más competitivos técnicamente, mejoren el funcionamiento de su organización y realicen menores gastos de mantenimiento.

1.6 Estructura de la tesis

La tesis describe una visión tecnológica que se propone para dar respuesta a las necesidades de las pequeñas organizaciones que no tienen ni los recursos ni el conocimiento para abordar los procesos de innovación tecnológica.

Tras la presentación en este capítulo de la investigación propuesta, su motivación, objetivos e hipótesis básicas, el resto de la tesis se estructura en tres grandes bloques:

- En el primer bloque, se realiza una revisión del marco general organizacional y tecnológico en el que este trabajo está incluido. A ello se dedican los capítulos segundo y tercero respectivamente.
- Un segundo bloque está dedicado a la descripción de la solución tecnológica. En el capítulo cuarto se describe la visión general de la solución y en el capítulo quinto se describe la arquitectura de la plataforma que se ha desarrollado en base a dicha visión.
- El tercer bloque, que coincide con el capítulo quinto, describe los experimentos que han permitido validar las hipótesis de este trabajo y los resultados que se han obtenido.

La tesis se cierra con un capítulo final en el que se sintetizan los resultados y se analizan las implicaciones y los trabajos futuros con los que se continuaría esta investigación.

2 Marco organizacional

En la actualidad existe un alto nivel de acuerdo sobre el impacto de la innovación en las organizaciones y empresas. Entre estas innovaciones encontramos el gran abanico que constituyen las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), como palancas importantes para conseguir nuevas formas de actividad, gestión y relación social en la empresa [HORW96].

No obstante, la velocidad con la que suceden cambios en las tecnologías supone una barrera para aquellas organizaciones que no llegan nunca a tener la capacidad para gestionar los cambios que implican la introducción de las TIC [SAUE97].

En este apartado se plantea el marco conceptual y teórico relacionado con la gestión de la infraestructura TIC, la gestión del cambio organizacional y en definitiva cuales deben ser los principios básicos que deben regir la gestión de la innovación.

2.1 Gestión de la infraestructura tecnológica

Al dotar de una infraestructura tecnológica en una organización se persigue aumentar la productividad de la organización, enriqueciendo la comunicación entre los humanos y reduciendo el trabajo mecánico.

El valor de la infraestructura TIC reside en la capacidad de generar valor real para la organización [GOLD02]. Una buena infraestructura TIC permite lograr una mejor integración entre las unidades de negocio, proporciona flexibilidad para el desarrollo de las aplicaciones correspondientes, cuenta con estándares a través de toda la organización y ayuda a disminuir los costos mediante el uso común de recursos para múltiples áreas funcionales [BROA97] [TALL03].

No obstante, además de realizar una inversión en TIC, se deben potenciar las capacidades de la organización requeridas para gestionar efectivamente las TIC [BROA97], [BYRD00], [HEND93].

2.1.1 Recursos y capacidades

La infraestructura TIC de una organización se puede definir como *el conjunto de recursos y capacidades del personal de la organización que proporcionan las bases para la gestión de la información*. La infraestructura TIC se concibe en dos dimensiones [WEIL02], [BYRD00]: (a) física, es decir componentes tecnológicos (hardware, software, comunicaciones y el soporte necesario para mantenerlos); (b) de gestión, o las capacidades organizativas y los conocimientos necesarios para utilizar, sacar partido e integrar los componentes tecnológicos.

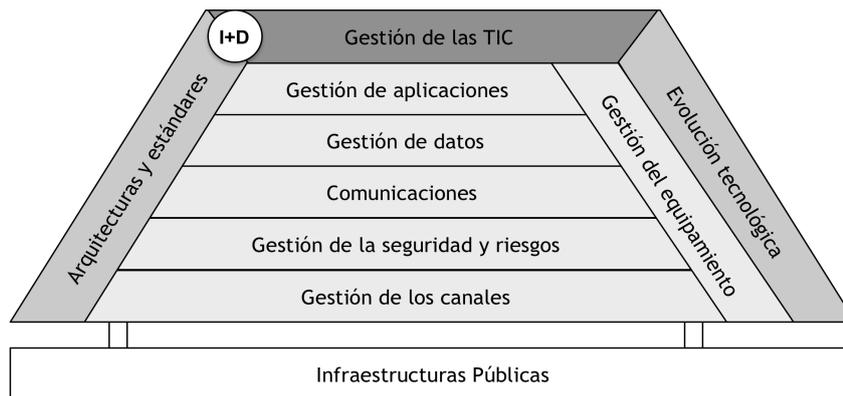


Figura 2-1. Dimensiones de la infraestructura tecnológica

El nivel físico está constituido por la tecnología misma mientras que el nivel de gestión se encarga de que el uso de esta tecnología sea viable. Weill, Subramani y Broadbent [WEIL02] describen grupos de servicios que se ofrecen en estos dos niveles.

En el nivel físico se encuentran los siguientes servicios:

1. Gestión de los canales. Conexión con las infraestructuras públicas: web, email, teléfonos...

2. Gestión de seguridad y riesgos. Firewalls, políticas de seguridad: encriptado, passwords, planes de recuperación del riesgo, capacidades de clustering, auditoría...
3. Comunicaciones. Interacción electrónica con otras entidades (clientes, proveedores, terceros...) Banda ancha, intranets, extranets...
4. Gestión de datos: sistemas gestores de bases de datos, web service, data assets, servicios de gestión del conocimiento...
5. Gestión de aplicaciones. Software que da soporte a los sistemas de información de la organización
6. Gestión del equipamiento. Estaciones de trabajo, servidores, sistemas operativos, aplicación ofimáticas, sistemas de desarrollo, impresoras...

En el nivel de gestión se encuentran los siguientes servicios:

1. Gestión de las TIC. Coordina la infraestructura de la empresa con las necesidades de los departamentos de la organización
2. Estándares y arquitecturas. Conforman el núcleo de políticas y reglas que gobiernan el uso de las tecnologías de la información y el modo en que se usarán en el futuro
3. Educación y formación. Entrenamiento en el uso de las tecnologías y sistemas de la organización así como formación sobre como usar la tecnología para crear negocio
4. Investigación y desarrollo. Evaluación e integración de nuevas tecnologías para usarlas en la organización

2.1.2 Sistemas de información

El desarrollo efectivo de estas capacidades permite configurar Sistemas de Información (SI) que recopilan, elaboran y distribuyen la información que se requiere para llevar a cabo las operaciones y las actividades de dirección de acuerdo a su estrategia de negocio [ANDR91].

Atendiendo a los tipos de información y procesos de la organización a los que da soporte podemos clasificar los sistemas de información en tres categorías: operacionales, tácticos y estratégicos [EMER90]:

- Operacionales, que manejan procedimientos de rutina relacionados directamente con actividades de la organización. Es en este nivel donde más se produce el tratamiento de datos en grandes volúmenes. Estos SI ayudan a automatizar y dar soporte a aquellas transacciones básicas y repetitivas de la organización. En esta categoría se encuentran los sistemas para procesamiento de órdenes, punto de venta, gestión de inventarios, contabilidad y demás aplicaciones que implican la recogida de datos de lo que sucede en el mundo real.
- Tácticos tratan de apoyar las tomas de decisiones a corto plazo. La toma de decisiones en el ámbito táctico implica la intervención directa de una persona. Casi siempre se requiere de cierto grado de cálculo para resumir los datos operacionales detallados o para hacer proyecciones utilizando una técnica de previsión de algún tipo.
- Estratégicos son similares a los tácticos solo que tratan decisiones más amplias, a más largo plazo. El límite entre los componentes tácticos y estratégicos no está claro; se entremezclan. El nivel estratégico se apoya menos en información operativa y depende en gran medida de fuentes de información externas.

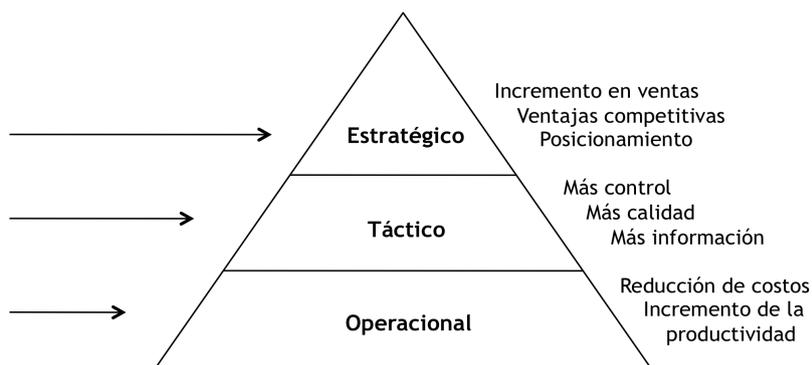


Figura 2-2. Categorías de sistemas información

2.1.3 Nivel estratégico

Básicamente, las organizaciones necesitan la información como soporte a las transacciones o para la toma de decisiones y control. El objetivo básico de los sistemas de información de este nivel es proporcionar la información necesaria que asiste a los directivos en su trabajo. Uno de los cometidos básicos de los sistemas de información es que ayuden a las organizaciones a la toma de decisiones. Cuando un directivo tiene que tomar una decisión busca información, que le sirva para reducir la incertidumbre.

La toma de decisiones tiene entre sus principales retos [REIN02]:

1. Desarrollar productos/servicios enfocados al cliente
2. Fidelización de clientes
3. Marketing directo, es decir comunicaciones y ofertas personalizadas

Este tipo de sistemas son conocidos como EIS (Executive Information Systems) y sus características más destacables son [PREE90] :

- son usados por los altos ejecutivos de las empresas
- son usados por ejecutivos para controlar el trabajo de otros ejecutivos
- su principal uso es informativo

Estos sistemas de información se concentran en la gestión general de la organización, y para ello utiliza información interna y externa, información histórica para realizar predicciones, y todo tipo de datos numéricos y textuales.

Las tecnologías con las que se construyen este tipo de sistema se engloban dentro del paraguas de la Inteligencia de Negocios (Business Intelligence – BI). Son tecnologías que convierten datos en información y a partir de la información ser capaces de descubrir conocimiento [VITT03] [BIER03]. Entre las tecnologías y metodologías de BI se puede destacar: Datawarehousing, Datamarts, Minería de datos, OLAP (online analytical processing), Balanced Scorecards....

2.1.4 Nivel táctico

A nivel táctico se determinan los objetivos de la organización, y se establecen las estrategias adecuadas para el logro de dichos objetivos [IVAN97]. Un gestor debe conocer el ámbito en el que se encuentra, la finalidad de la organización, sus metas y por tanto sus objetivos, para poder llevarlos a cabo.

En este nivel, el sistema de información proporciona herramientas para evaluar el rendimiento real de la organización, comparar ese rendimiento con los objetivos fijados, o corregir las diferencias entre los resultados y los objetivos [JURA89].

A estos sistemas de información se les llama DSS (Decisión Support Systems) o sistemas para la toma de decisiones. Estos sistemas de información se caracterizan por:

1. soportar todas las fases del proceso de toma de decisiones: inteligencia, diseño, elección e implementación.
2. coordinar varios niveles de los equipos de gestión, desde los altos ejecutivos a los gestores de base.

Estos sistemas de información son esenciales ya que de no existir, no podría conocerse si lo planificado se ha realizado correctamente.

2.1.5 Nivel operacional

El objeto de un sistema de información a nivel operacional es facilitar el proceso de gestión de los procesos de la cadena de valor y dar soporte a los procesos que desempeña la organización.

Los procesos normalmente son clasificados en primarios y de apoyo. Los procesos primarios están directamente relacionados con la actividad productiva de las organizaciones. Los procesos de apoyo son los que asisten y respaldan a los procesos primarios.

Por tanto, los procesos primarios serían los conjuntos de actividades vinculadas a la aprovisionamiento, almacenamiento, producción, comercialización, distribución y asistencia posterior de productos o

servicios; mientras que los de apoyo serían todos aquellos relacionados con operaciones que dan soporte a las actividades involucradas en los procesos primarios, proporcionando tecnologías, recursos humanos y funciones administrativas generales [PORT85].

A este tipo de sistemas que automatizan las tareas operativas de la organización se les conoce como sistemas de información transaccionales. Normalmente son los primeros sistemas de información que se implantan en las organizaciones. Se caracterizan por:

1. Dar soporte al procesamiento rutinario de transacciones.
2. Implementar procesos simples y poco sofisticados
3. Capturar, registrar y consolidar datos en transacciones
4. Mostrar la información, permitir la búsqueda de los datos

2.1.6 Alineamiento estratégico

El Sistema de Información debe dar soporte a las actividades que desarrolla una organización y por lo tanto debe responder a sus necesidades. Por ello, debe existir una coherencia entre ambos a medida que cambien las necesidades de la organización y evolucione la tecnología [SWEE00]. Este objetivo, a pesar de ser un asunto trascendental tanto en el ámbito de la investigación como el de la consultoría y al que se le ha dedicado bastante atención sigue sin alcanzarse. Actualmente es un problema muy complejo evitar el desvío entre las necesidades de la organización y los servicios que ofrecen los SI.

La gestión de la infraestructura TIC plantea diferentes problemáticas debido a numerosos factores que van, desde la complejidad, ritmo de crecimiento y necesidades tecnológicas, hasta el volumen, distribución y heterogeneidad de sus elementos, pasando por la necesidad de recursos cualificados y especialistas, además de horarios extendidos y criticidad de los servicios que configuran. Estos problemas surgen de la dificultad que supone gestionar correctamente soluciones relacionadas tanto con la organización como con la tecnología. Además, la complejidad y dinamismo de la organización y la tecnología contribuyen a acrecentar estas dificultades.

	Complejidad Dimensión estructural	Dinamismo Dimensión temporal
Organización	Las organizaciones son complejas y realizan diversas funciones que están relacionadas entre si y que además del manejo operativo de la información hay una necesidad de contar con un acceso global que permita una mejor toma de decisiones	Las necesidades de manejo de información de las organizaciones cambian y crecen, por la competitividad con empresas de su sector o las demandas de los clientes.
Tecnología	El diseño, la programación y la operación de los sistemas requieren de especialistas. Una infraestructura tecnológica puede involucrar varias plataformas de computación, herramientas de desarrollo, sistemas que deben estar integrados, usuarios a los que afecta y/o debe dar soporte...	La fuerte competitividad entre las empresas en TIC, provoca un innovación tecnológica continua: ciclos de vida de los productos cada vez mas cortos, las tecnologías actuales ya están obsoletas. La tecnología es muy cambiante, cada vez hay mayor variedad de equipos y sistemas mas poderosos de costos diversos, lo que complica la selección de la tecnología adecuada.

Figura 2-3. Complejidad y dinamismo de la organización y la tecnología

Actualmente, los investigadores en este campo están de acuerdo en que es necesaria la coherencia de la infraestructura TIC con el conjunto de procesos de la organización. No mantener esta coherencia acarrea como consecuencias que:

- las organizaciones no puedan desarrollar ciertas actividades porque las TIC no las soportan
- el enorme potencial de las TIC no es totalmente aprovechado en las actividades de la organización.
- se complica la implantación de los procesos de negocio sobre una plataforma tecnológica concreta que no se ajusta perfectamente porque los dominios expresivos en ambos casos son diferentes.
- se complica la arquitectura tecnológica introduciendo funcionalidades que a priori no estaban previstas y que corrompen la pureza arquitectónica.

El constructo de alineamiento estratégico [HEND93] surge para identificar una situación común en muchas empresas y organizaciones en la que las TIC no soportan los procesos de negocio o los procesos de negocio no están planteados en términos de las posibilidades de las TIC. La cohesión entre el negocio y soporte TIC normalmente se presenta desalineada.

Podríamos interpretar el alineamiento en términos de Física, considerando que las TIC y el negocio son dos cuerpos unidos por una conexión elástica. Cuando uno de los cuerpos recibe un impulso o fuerza, arrastra por otro cuerpo que intenta, por inercia, mantener su estado de movimiento. La fuerza neta o resultante será menor ya que la inercia resta a la fuerza motriz. Cuanto mayor sean los cuerpos, mayor es su masa inercial y por lo tanto más complicado será mantenerlos alineados.

Weill y Broadbent [WEIL03] conciben a la alineación como un estado dinámico en el cual los cambios en alguno de los elementos del modelo implican cambios en algún otro componente. La alineación total es por sí misma imposible de alcanzar debido a que el contexto se encuentra continuamente cambiando y además porque la incorporación de las TIC requiere de tiempo, inversiones y experiencia.

Lo importante es que la infraestructura TIC avance en la dirección correcta para maximizar el valor que pueda brindar al negocio. A cada uno de los Sistemas de Información que se conforman con dicha infraestructura pueden asociarse distintos tipos de objetivos:

- A nivel operacional se trata de reducir costos derivados de la automatización de las transacciones, así como incrementar la capacidad de respuesta de la organización.
- A nivel táctico se trata de disponer de información oportuna, precisa y confiable para poder controlar de una forma más efectiva el negocio y mejorar la calidad de los servicios y productos.
- A nivel estratégico se trata de aportar a la organización un elemento de diferenciación con respecto a sus competidores y que éstos elementos se reflejen en un aumento en las ventas.

Por otro lado, un modelo basado en estudios empíricos denominado Lead-Lag [SAUE97], en el cual la alineación estratégica se encuentra permanentemente en cambio, señala que las organizaciones difícilmente experimentan un cambio dramático en el uso de las TIC sin antes haber pasado por un proceso de transformación organizacional. En este caso, el negocio cambia antes que las TIC en un patrón que se describe como “negocio adelante – TIC sigue”. Las organizaciones cambian a una estructura más burocrática y esto facilita una mayor penetración de las tecnologías de información. Posteriormente, las organizaciones experimentan una etapa en la cual las TIC se convierten en el motor del cambio facilitándose la introducción de nuevas estrategias y procesos de negocio. Esta segunda etapa se describe como “TIC adelante – negocio sigue”.

2.2 Gestión del cambio organizacional

Los modelos de alineamiento estratégico consideran que la estrategia del negocio se desarrolla de forma independiente a la estrategia TIC. Por tanto siempre será necesaria la sincronización entre ambas estrategias e inevitablemente nunca existirá una alineación total.

No obstante, recientemente existen múltiples casos de negocio en los que la estrategia del negocio no hubiera podido establecerse sin tener en cuenta por ejemplo canales de comercialización que se establecen con las TIC.

Por tanto es necesario tener una visión más global que considere que las TIC pueden definir las oportunidades del negocio, y que determinadas oportunidades de negocio deben ser facilitadas por las TIC.

Las relaciones entre las tecnologías de información y la creación de ventajas competitivas sostenibles se pueden plantear en los siguientes términos [BARN91] [MATA95]: Un recurso o capacidad constituye una fuente de ventaja competitiva sostenible cuando es diferente a los que tienen los competidores, y cuando esta diferencia se sostiene a lo largo del tiempo. En este enfoque, la estrategia es el resultado de saber aprovechar adecuadamente los recursos en los cuales una organización

tiene superioridad, y no un mero instrumento para implantar una estrategia de posicionamiento.

El cambio organizacional se orienta precisamente al desarrollo de aquellas habilidades o recursos que habrán de otorgarle ventajas competitivas a una organización. Será necesario abordar un cambio organizacional en la empresa siempre que:

1. Un proceso no sea un diferenciador estratégico (no genera una ventaja competitiva) y puede ser modificado para adaptarse a una nueva tecnología que lo hará más eficiente. Típicamente los procesos de apoyo tales como contabilidad y sueldos, pertenecen a esta categoría.
2. Un proceso sea un diferenciador estratégico y una nueva tecnología puede ser adaptada para apoyarlo y mejorarlo (mayor eficiencia en las transacciones, mejor experiencia para los clientes, reducir costos, etc.)
3. Un proceso actual sea un diferenciador y exista una nueva tecnología que lo puede potenciar adecuadamente, sin mayores cambios. Este caso típicamente integra procesos estándares y tiene las mayores oportunidades de éxito.
4. Una nueva tecnología abra la oportunidad para la colaboración, innovación o creación de un nuevo proceso de negocio (e. g., el comercio electrónico y la gestión del conocimiento).

2.2.1 Modelos de cambio organizacional

Muchos profesionales y teóricos han considerado la gestión del cambio en las organizaciones prácticamente desde el comienzo del “management” como disciplina. La literatura aborda el problema de explicar cómo llevar a cabo el cambio organizacional desde muchas visiones: contando historias de cambio en organizaciones, con modelos teóricos para analizar el cambio o con modelos prescriptivos para guiar en el proceso de cambio. Los modelos teóricos que surgen en ámbitos universitarios conviven con modelos prácticos que reflejan la experiencia de muchos profesionales.

Atendiendo al tipo de cambio que se introduce en la organización, se pueden diferenciar dos tipos de estrategias: incremental o radical. Las transformaciones radicales o más profundas tienden a ser más deseables que los cambios incrementales cuando: la productividad es muy baja, la relación costo/beneficio es negativa, existe una alta inercia organizacional, los competidores han logrado una ventaja o una nueva tecnología abre una nueva oportunidad de negocio [LAUB03]

Los cambios incrementales son más deseables que los radicales cuando ninguna de las condiciones anteriores existen o cuando: otras transformaciones radicales están ocurriendo en la organización y una más podría estresar la situación más allá del límite, las condiciones del mercado o del entorno no son propicias, existe un buen nivel de satisfacción de los clientes.

No obstante, hemos tratado de estructurar los diferentes métodos para presentarlos de una manera coherente en función del propósito que puedan tener:

- Modelos para entender el cambio
- Modelos de intervención en la organización

Dada su importancia, dos modelos de intervención en la organización como la Gestión de la Calidad Total (TQM) y la Reingeniería de Procesos de Negocio (BPR) se tratan en apartados independientes.

2.2.2 Modelos para entender el cambio

Los métodos que se exponen en este apartado ayudan a manejar las variables que están en juego en el proceso de cambio. En este apartado exponemos un conjunto de métodos que ayudan a identificar la necesidad, ventajas, riesgos, y/o elementos claves para llevar a cabo el cambio.

Estos métodos sugieren que las cuestiones, eventos, fuerzas e incidentes no deberían verse como un fenómeno aislado sino como componentes interdependientes e interconectados de una entidad compleja. Y es precisamente debido a la fragmentación e interdependencia, que la

gestión del cambio puede tener consecuencias que no estaban planificadas con anterioridad.

Modelo Weisbord de las 6 cajas

Este modelo sugiere que hay seis áreas que deben funcionar para que una organización tenga éxito: propósito del negocio, estructura, incentivos, mecanismos de ayuda, relaciones entre el personal y liderazgo [WEIS76].

Modelo de las 7S

Es una aproximación similar a la anterior en la que se identifican los 7 aspectos que necesitan estar en armonía para que la organización funcione: estructura, estrategia, habilidades, personal, estilo, sistemas y valores compartidos [WATE80]

Análisis PEST o PESTELI

Esta aproximación propone una lista de comprobación para analizar el entorno de una organización. El nombre del método es un acrónimo que se forma a partir de las iniciales de los factores que hay que analizar: factores políticos, influencias económicas, tendencias sociológicas, innovaciones tecnológicas, factores ecológicos, legislación, análisis de la industria.

Modelo de contenido, procesos y contexto

Este modelo sugiere que el éxito del cambio se debe a la interacción entre los objetivos del negocio (contenido o qué debe cambiarse), los procesos (implementación o cómo debe cambiarse) y las relaciones internas-externas (contexto organizacional o dónde debe cambiarse) [PETT91]. Este modelo ha sido usado en el análisis de organizaciones para planificar un cambio programado [BUCH92] [PEPP95]

Soft Systems Methodology – SSM

Es una técnica cualitativa que se puede utilizar para ayudar a la organización a entender un problema en el cual hay un alto componente social y humano [CHEC99]. Todas las personas implicadas en la organización perciben el cambio de una manera diferente. SSM proporciona una medida para articular el proceso social de una forma participativa permitiendo a la gente dar sus puntos de vista.

Análisis SWOT – DAFO

Es un acrónimo que establece que hay que examinar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la organización [ANSO65]. En este modelo, los factores internos y externos se consideran de forma simultánea para identificar los aspectos que necesitan cambiar. Esta una de las técnicas de análisis más populares en los textos básicos de estrategias de negocio. En un trabajo estadístico con 113 compañías inglesas [GLAI99] se comprobó que esta técnica era la herramienta para planificación estratégica más usada en un amplio rango de sectores.

Análisis de campos de fuerza

Esta es una técnica de diagnóstico que ha sido aplicada para determinar si el cambio organizacional tiene posibilidades de tener éxito. Está basado en el concepto de fuerzas, un término que se refiere a las percepciones de la gente en la organización sobre un factor particular y su influencia. Hay fuerzas aceleradoras (competencia interna, las nuevas tecnologías, incentivos, presión, nueva gente) que tienden a iniciar el cambio o consiguen que éste avance; y fuerzas bloqueadoras (falta de conocimiento, inseguridad en el trabajo, complacencia, patrones de trabajo preestablecidos) que actúan bloqueando o reduciendo a las fuerzas aceleradoras [LEWI51]

El estado de equilibrio se alcanza cuando las fuerzas aceleradoras se contrarrestan con las bloqueadoras. Esta técnica se basa en tres axiomas fundamentales sobre los campos de fuerza y el cambio: incrementar las fuerzas aceleradoras tiene como resultado un incremento de las fuerzas bloqueadoras (el equilibrio no cambia sino que permanece constante pero con mayor tensión); reducir las fuerzas bloqueadoras es preferible porque permite el movimiento hacia el estado deseado sin incrementar la tensión; y las normas del grupo son una fuerza bloqueadora importante y forman la estructura de la organización

Disponibilidad y capacidad

Los gestores del cambio tienen que identificar que grupos e individuos serán requeridos para dar soporte al cambio. Una vez identificados estos individuos hay que evaluar la disponibilidad y capacidad para llevar a cabo los roles requeridos en el proceso de cambio. La disponibilidad se refiere a las actitudes y motivación que exhiben, la capacidad está

relacionada con el poder, influencia y la autoridad para asignar los recursos y dar la información apropiada [BECK87].

Balanced Scorecard (BSC)

Uno de los modelos de gestión del cambio que mayor aceptación ha tenido en el ámbito empresarial es el Balanced Scorecard o BSC [KAPL96]. Este modelo permite clarificar y traducir la visión y la estrategia de la organización, comunicar los objetivos estratégicos y los medidores asociados con cada uno de ellos, y alinear entre sí a las distintas iniciativas estratégicas para realimentar a la organización con respecto a su estrategia y a su instrumentación.

En el BSC la visión y la misión de la organización se reflejan en un conjunto de objetivos y medidores organizados en cuatro perspectivas: a) la financiera o económica, donde se reflejan resultados relacionados con la rentabilidad de la organización, la productividad y costos de las operaciones, y la utilización de activos, entre otros; b) la de clientes o stakeholders, donde se identifican objetivos y medidores relacionados con la satisfacción, lealtad, retención, adquisición y rentabilidad de clientes y segmentos de mercado; c) la de procesos, donde se incluyen elementos asociados con la calidad, los tiempos y costos de proceso, el servicio postventa y demás atributos relacionados con la mejora e innovación de los procesos de la organización; y d) la de aprendizaje y crecimiento, donde se identifican los elementos de la infraestructura de la organización, entendida ésta en el sentido amplio de habilidades, capacidades, actitudes y recursos, que son necesarios para el logro de los demás objetivos identificados en las tres perspectivas anteriores.

IT Balanced Scorecard

Es un marco de referencia para integrar los objetivos y estrategias de tecnologías de información dentro del mapa estratégico de la organización [GOLD02]. Se parte de la hipótesis que en la organización resulta difícil entender el valor que tiene la información por ser un activo intangible que tiene un impacto a través de los procesos de negocio, además de que su valor depende del contexto y de la interdependencia que tiene con otros activos. Por tanto, para poder tener un impacto estratégico, las TIC deben tener credibilidad y demostrarle a la organización que está obteniendo servicios de TIC a un costo competitivo y con alta calidad. Una vez que se ha establecido la

competencia en lo que se refiere a costo y calidad, el área de TIC puede participar con legitimidad en la instrumentación de estrategias de negocio.

2.2.3 Modelos de intervención en la organización

En esta categoría hemos clasificado los métodos que ayudan a llevar a cabo el proceso de cambio. Además de los métodos que a continuación se describen, clasificamos en esta categoría otros dos métodos, Reingeniería de procesos de negocio y Gestión de la calidad total, que por su dimensión e importancia se describe en los siguientes apartados para poderlos desarrollar en más detalle.

Estructuras de aprendizaje en paralelo

También conocidas como estructuras colaterales, estructuras dualísticas, esta técnica es creada especialmente para planificar y guiar los programas que operan en paralelo con la organizacional formal [ZAND74]. Se forma un grupo paralelo en cuya estructura debieran haber representantes de todas las áreas de la organización con el objetivo de estudiar los cambios y hacer recomendaciones. Es una técnica para aprender como el sistema puede cambiar para liderar el proceso de cambio [BUSH91]. Estas estructuras ayudan a la gente a romper las restricciones normales que existen en la organización y tener la capacidad para experimentar. Proporciona un mecanismo para facilitar la innovación en grandes organizaciones donde la burocracia inhibe la innovación y el cambio.

Desarrollo organizacional

Es un marco para el cambio planificado de una organización mejorando el desarrollo individual de cada miembro [PORR92]. Este marco está definido en base a teorías del comportamiento, estrategias organizacionales y técnicas concebidas para mejorar la forma de trabajar.

El comportamiento de la organización es moldeado configurando la situación de cada miembro de la organización: factores organizacionales (objetivos, políticas, procedimientos, incentivos), factores sociales (cultura, estilo de dirección, procesos de interacción, atributos

individuales), factores físicos (configuración del espacio, ambiente, diseño), y tecnología (herramientas, flujo de trabajo, sistemas técnicos...)

Aprendizaje organizacional

Las organizaciones tienen la facultad de aprender a través de los individuos que la conforman, por lo tanto, la formación y el desarrollo de las personas son un elemento fundamental. Una organización que aprende es aquella que expande continuamente su capacidad para construir futuro. Es la integración de talentos y funciones, en una totalidad productiva [SENG90].

Se diferencia entre el aprendizaje de un solo ciclo (“single loop learning”) o adaptativo y aprendizaje de ciclo doble (“double loop learning”) o generativo. [ARGY78]. El aprendizaje adaptativo se refiere a cambios que realiza el trabajador para facilitar el ajuste de la organización al entorno (por ejemplo, utilizar know-how para resolver un problema específico). El aprendizaje generativo se refiere a la realización de cambios radicales de estructura, estrategia y sistemas que implican establecer nuevas premisas en la organización para superar las actuales.

El aprendizaje organizacional solamente es posible a través de la capacitación y a través del intercambio de información y conocimiento.

Investigación de acciones

Es una forma de usar el método científico para mejorar la organización. El cambio organizacional se analiza como un proceso cíclico en donde la se teoriza a partir de la práctica y la teoría guía la práctica. [LEWI47]. La investigación de acciones es un proceso que consiste en: recoger sistemáticamente datos sobre el sistema en relación a algún objetivo, necesidad y objetivo; realimentar estos datos al sistema; realizar acciones alterando variables seleccionadas; y evaluar los resultados de las acciones recogiendo más datos.

2.2.4 TQM. Gestión total de la calidad

La gestión total de la calidad (Total Quality Management, TQM) es un proceso de gestión dirigido a establecer actividades de mejora continua implicando a cada persona de la organización en un esfuerzo totalmente

integrado que conduzca a mejorar el rendimiento de la organización en cada nivel. [ALMA94]

TQM es una filosofía de gestión y una estrategia de negocio influenciada por los trabajos de Deming [DEMI86], Ishikawa [ISHI85], Juran [JURA88] y Crosby [CROS89].

Originariamente, TQM fue probada en Japón durante los años 50 y 60, pero fue en los años 90 cuando se hizo popular en Occidente. Las cuatro hipótesis en las que se basa TQM son las siguientes:

- El éxito de una organización depende de que cada departamento cumpla eficazmente con los servicios que ofrece a sus clientes. Los clientes de un departamento pueden ser tanto internos como externos a la organización.
- La calidad es un efecto causado por los procesos de producción en los que los sistemas causales son complejos pero comprensibles.
- La mayor parte de los trabajadores están motivados para trabajar duro y hacer las cosas bien.
- Debe recogerse datos de los procesos de trabajo para analizarlos y descubrir las causas de los problemas dentro de los procesos [HACK95].

La implementación de TQM implica:

- Centrarse en los procesos de trabajo. No es suficiente proporcionar una dirección clara sobre los resultados esperados. Los gestores deben entrenar a los trabajadores para analizar y mejorar los procesos de trabajo y asistir en las relaciones con los proveedores.
- Identificación explícita y medida de los requisitos de los clientes.
- Análisis de la variabilidad de los resultados para identificar los fallos en los procesos que dan lugar a una falta de homogeneidad de los productos.
- Grupos funcionales cruzados para identificar y resolver problemas de variabilidad.

- Dirección por hechos. En TQM sistemáticamente se recolectan datos en cada punto del ciclo de producción para analizar las causas y probar las soluciones que mejoren los problemas.
- Aprendizaje y mejora continua. La salud a largo plazo de una empresa depende de realizar una búsqueda sistemática de mejorar en la calidad.
- Uso de heurísticas de gestión de procesos para mejorar la efectividad del grupo.

TQM se centra en los procesos en lugar de en los trabajadores. De forma que es necesario recoger datos, analizarlos y identificar las causas del problema para comprender bien el proceso y así introducir el cambio.

2.2.5 BPR. Reingeniería de los procesos de negocio

La reingeniería de los procesos de negocio (Business Process Reengineering, BPR) es una técnica para la transformación de las organizaciones que se populariza en los comienzos de los 90. BPR es definido como "el reanálisis fundamental y cambio radical en los procesos de negocios para producir una mejora drástica en medidas del rendimiento de la organización como costes, calidad, servicio y rapidez" [HAMM93].

La reingeniería es un proceso de diseño o rediseño orientado hacia toda la compañía basado en el uso eficiente de las TIC [HAMM90]. En las teorías de reingeniería, las jerarquías organizacionales y la representación de las organizaciones son reemplazadas por procesos que están enfocados en los objetivos del negocio y sus resultados. Las principales características de esta técnica son:

1. Los procesos, al igual que TQM se presentan como los factores clave para el cambio. La diferencia es que en TQM los procesos son el núcleo a partir de los cuales una organización puede integrar todos sus componentes humanos y tecnológicos. Se trata de que la empresa se organice a partir de los procesos y no a partir de la especialización de funciones.
2. Los trabajadores especialistas en una tarea concreta deben ser reemplazados por trabajadores con un perfil flexible.

A diferencia de TQM en la que el cambio era continuo e incremental, en TQM se rompen las prácticas actuales y se realiza un replanteamiento radical.

Un proceso de Reingeniería de Negocios implica que se gestionen y se lleven a cabo cinco actividades básicas: el enfoque al cliente, la orientación a procesos, las tecnologías de la información, la evaluación de resultados (benchmarking) y la cultura organizacional. A continuación se describe brevemente cada uno de estas actividades.

Enfoque al cliente

Entendiendo la calidad como el “cumplimiento con las expectativas del cliente”, se requiere que todo lo que la empresa haga a este respecto esté claramente definido. El enfoque hacia el cliente implica conocer quienes son los clientes; cuales son sus necesidades, deseos y expectativas; qué los motiva a iniciar negocios con la empresa; que los motiva a continuar negociando; y qué tan satisfechos están los clientes.

Orientación a procesos

Este es el aspecto de la Reingeniería de Negocios que más herramientas tiene, y que permite obtener resultados a corto plazo y de alto impacto si se seleccionan las prioridades adecuadamente. Un proceso es una serie de actividades de trabajo que están lógicamente relacionadas para producir un resultado final específico para un cliente interno ó externo.

Se requiere una orientación hacia procesos y no hacia estructuras orgánicas dado que los procesos sobreviven el cambio en las estrategias, la organización y la información, garantizando que los nuevos procesos que se implementen perduren en un mundo en donde la constante es el cambio. Los procesos proveen una perspectiva de lo que hace el negocio así como de la forma como opera. Además ofrecen una visión clara de los puntos de contacto del negocio con el cliente y proporcionan una base para el mejoramiento continuo

Las tecnologías de la información

Las TIC juegan un papel vital dentro del proceso de Reingeniería del Negocio dado que provee la plataforma tecnológica sobre la cual se implementarán los cambios propuestos, plataforma sin la cual sería prácticamente imposible introducir cambios radicales. Es precisamente esta plataforma tecnológica la que permite romper marcos tradicionales

de referencia actuales como que “una persona necesita estar en una oficina para trabajar”, “solo los gerentes pueden tomar decisiones”, “se requieren expertos para hacer el trabajo complejo”.

Evaluación de resultados o Benchmarking

El Benchmarking es un proceso continuo y sistemático para evaluar los productos, servicios y procesos. La organización se compara con organizaciones reconocidas por ejecutar las mejores prácticas encaminadas al mejoramiento organizacional. (Benchmark: algo que puede ser utilizado como estándar de medición). Esta herramienta acelera el proceso de mejoramiento e identifica y da prioridad a las áreas de negocio que necesitan mejoramiento.

De igual manera permite establecer metas y objetivos factibles, mientras ayuda a sobreponer la resistencia interna al cambio. Las principales áreas de impacto del Benchmarking son la satisfacción de los clientes; el establecimiento de metas relevantes; el desarrollo de medidas precisas de productividad; y la adopción de las mejores prácticas de la industria y del mundo corporativo. Este conjunto permite que la empresa se vuelva competitiva.

Cultura organizacional

El proceso de cambio se hace con la gente; si no existe una cultura organizacional abierta al cambio, no tiene sentido empezar un proceso de reingeniería. El proceso de reingeniería se requiere una redefinición de la autoridad administrativa, y un estilo distinto de relaciones laborales y con los proveedores. No se pueden ver a los proveedores como adversarios a quienes hay que derrotar, hay que verlos como socios en un proceso comercial común.

El gran cambio radica en la delegación de poder (empowerment), garantizándole al empleado que tendrá a su disposición todos los elementos necesarios para poder tomar decisiones adecuadas y así prestar un servicio de calidad a los clientes. El empowerment es un proceso estratégico que busca una relación de socios entre la organización, su gente y sus proveedores, aumentar la confianza, responsabilidad autoridad y compromiso para servir mejor al cliente. Consiste en convertir los procesos de control y la toma de decisiones en una tarea distribuida y no centralizada. Parte de la premisa de que

quienes realizan el trabajo son los más indicados para tomar las decisiones al respecto, siempre y cuando estén debidamente capacitados. El empowerment implica disminución de directivos medios y renuncia de autoridad de los mismos.

La estructura tradicional esta hecha en forma de pirámide, en donde las funciones son altamente especializadas, sus límites son claros y hay un control de los supervisores para asegurar que el trabajo sea rápido y consistente, en conclusión la gente que ocupa la punta de la pirámide es la gente que planea y piensa mientras que los niveles más bajos son los que hacen el trabajo. El empowerment genera un mayor compromiso que hace posible que un equipo de personas coordinadas en una estructura de red trabajen en función de un mismo objetivo.

2.2.6 BPM. Business Process Management

La gestión de procesos de negocio (Business Process Management, BPM) es una metodología que permite analizar, diseñar, realizar un despliegue, y optimizar procesos de negocio con una visión de negocio y no tecnológica [SMIT02].

BPM ayuda a una organización en varias dimensiones:

1. Incremento de la satisfacción del cliente. Acelerando los procesos de negocio y asegurando la fiabilidad del sistema. Los clientes obtienen la información y las respuestas que necesitan más rápida y fácilmente.
2. Acelerando los procesos de negocio. BPM ayuda a reducir los tiempos incidiendo en la reducción de las demoras y las duraciones de las tareas. Para ello es necesario identificar qué tareas pueden ser automatizables, cuáles se pueden ejecutar en paralelo, y qué límites de tiempo se deben tener en cuenta en la ejecución de las tareas.
3. Responsabilidad e integridad. BPM asegura que todas los procesos de negocio se lleven a cabo de forma integra y que todas las condiciones requeridas y las tareas se ejecutan correctamente.

4. Optimización de las tareas. Al modelar los procesos, las organizaciones se pueden encontrar oportunidades para eliminar trabajo innecesario. Los sistemas de gestión del flujo de trabajo pueden proporcionar medidas sobre los procesos en cuanto a tiempos medios de realización de las tareas, cuellos de botella... Con este tipo de sistemas se facilita la monitorización y control de los procesos, que es el primer paso para la mejora continua y la optimización.
5. Integración de los clientes en los procesos de negocio. BPM permite a los clientes participar colaborativamente en los procesos de negocio de una organización.
6. Agilidad organizacional. Los procesos en las organización pueden cambiar frecuentemente. Cuando esto ocurre es más fácil cambiar las reglas, los roles y las relaciones que definen ese proceso.

El principal interés de BPM es gestionar los procesos de negocio, aunque esto requiera ayuda de la informática. Los modelos formales de procesos de negocio son entendibles por un sistema de gestión del flujo de trabajo [WORK02].

2.2.7 Impacto de las TIC

La introducción de las TIC en las organizaciones trae consigo grandes transformaciones no sólo sobre la estructura y los procesos sino también sociales [PEIR90]. Es decir, tienen un gran impacto sobre las personas y la vida social en las organizaciones.

Las tecnologías que inciden sobre los procesos de trabajo en busca de una mayor productividad del trabajador, afectan todos los aspectos de la vida laboral de las personas. Según el impacto en la organización podemos distinguir [PEIR90]:

1. Impacto en el puesto de trabajo. Se ven afectadas las actividades y tareas que se realizan dentro de la organización. Al requerirse mayor flexibilidad, cambian las competencias requeridas para esos puestos de trabajos. El entorno físico del trabajo también se

ve afectado y pueden aparecer nuevas modalidades de trabajo, como es “el trabajo a distancia”.

2. Impacto en el bienestar psicológico y calidad de vida laboral. La angustia tecnológica que supone en algunas personas la introducción de las TIC es provocada por las inseguridades, dependencias, desconocimientos o sensación de atraso.
3. Impacto sobre las relaciones interpersonales y el trabajo en equipo. La forma de relacionarse se ve afectada en cuanto que varía la frecuencia de los contactos y el tipo de interacciones entre las personas.

Para mitigar estos impactos, las organizaciones normalmente incurren en costes hasta que el personal adquiere las destrezas y hábitos que requiere su actividad en un nuevo entorno.

Estos costes aún pueden ser mayores si el sistema es difícil de usar. La productividad y la satisfacción de los trabajadores se reduce cuando una aplicación software tiene mala usabilidad [MACL97] [REHM00].

La inversión en usabilidad se puede rentabilizar si se midieran los factores como: efectividad del usuario, reducción de errores, incremento de la productividad, incremento de la confianza en el sistema, incremento de la facilidad de aprendizaje, incremento de la satisfacción en el trabajo, reducción de los costes de entrenamiento...

2.3 Gestión de la innovación

El desafío actual de las organizaciones es que a la vez que requieren procedimientos estandarizados para lograr homogeneidad, calidad y aumento de la eficiencia, se precisan procesos que sean abiertos para dar lugar a procesos de innovación con el fin último de lograr mayor capacidad de competir. Sin una constante verificación y profundización del sistema existente, se obstaculiza la creación de nuevas formas de hacer las cosas. Los procesos estandarizados están cerrados a los cambios lo cual aumenta la dependencia hacia el sistema y reduce la motivación para cuestionar en profundidad las reglas subyacentes.

Para garantizar la calidad, las organizaciones requieren que al mismo tiempo que están estandarizados los procedimientos, se cuente con un margen de autonomía suficiente que permita la innovación.

La innovación en las organizaciones tiene como objetivo aumentar la creación de nuevos conocimientos y la generación de ideas técnicas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los ya existentes, y la transferencia de esas mismas ideas a las fases de fabricación, distribución y utilización.

La gestión de la innovación requiere organizar y dirigir los recursos para lograr que en la organización surja el conocimiento que habilite nuevas formas de competir en el mercado.

Las nuevas formas de organización orientadas hacia la innovación están basadas en tres principios básicos: gestión del conocimiento que reside en la organización, flexibilización de la estructura de la organización, capacidad para interoperar con otras empresas y utilización masiva de las TIC. La visión emergente de nuevas formas organizativas como "empresa flexible" [VOLB98], "federalismo" [HAND92], "corporación virtual" [DAVI92], "empresa creadora de conocimientos" [NONA95], "organización en red" [CAST96] o "estructura celular" [MILE97] se caracterizan precisamente por integrar relaciones más flexibles en la organización y por darle un mayor peso de la producción y utilización de conocimientos a través de las nuevas tecnologías.

2.3.1 La gestión del conocimiento

La innovación está estrechamente vinculada con los procesos de circulación de información y generación de conocimiento dentro de las organizaciones. El conocimiento en manos de todos los trabajadores genera el potencial de economizar la utilización de los recursos, y así reducir costes, o de desarrollar nuevos productos o servicios con los que conquistar otros mercados.

El conocimiento es valorado por su capacidad para capacitar a los trabajadores a innovar, es decir a enfrentarse a nuevas experiencias y a definir nuevas formas de hacer las cosas.

En condiciones normales, el conocimiento es un activo intangible y desaprovechado porque surge como el resultado de las experiencias de los trabajadores. Al ser un activo individual, puede estar aislado y por lo tanto sin usar, a no ser que las organizaciones hagan un esfuerzo para aprovecharlo y cristalizarlo como una parte del activo de la organización. Adecuadamente gestionado puede llegar a ser un activo de las empresas que genere valor. Por ello, al igual que se haría con cualquier otro recurso, es necesario acometer una gestión adecuada del conocimiento. Así, el conocimiento se puede llegar a convertir en uno de los activos de la organización y en un instrumento básico de gestión.

El conocimiento puede definirse en términos de la funcionalidad que presta [ZACK95]. Es decir, puede ser declarativo (describiendo como son las cosas), procedimental (describiendo como se hacen las cosas) o causal (describiendo por qué suceden las cosas) [ZACK95]. La clasificación que hacen de Nonaka y Takeuchi [NONA95] en términos del grado de formalización del conocimiento es la más interesante para analizar como se transmite el conocimiento. Según estos autores, existen dos tipos de conocimientos: tácitos y explícitos. El conocimiento explícito es conocimiento formal, más fácil de transmitir entre individuos y por lo tanto circula más fácil en el ámbito de la organización. Por el contrario, el conocimiento tácito es conocimiento personal, difícil de formalizar y comunicar a otros.

Desde la perspectiva analítica de Nonaka y Takeuchi, es necesario que existan flujos entre los conocimientos creativo (conocimiento tácito) y el conocimiento institucional (conocimiento explícito) para hacerlo productivo en beneficio de la organización. Estos autores asumen que la circulación de conocimientos en las organizaciones es un factor fundamental para el desarrollo del conocimiento y establecen los cuatro modos de circulación. De conocimiento tácito a tácito (socialización); de conocimiento tácito a explícito (exteriorización); de conocimiento explícito a explícito (combinación); de conocimiento explícito a tácito (interiorización).

1. Socialización. El ser humano puede adquirir conocimiento tácito directamente con otras personas, sin usar el lenguaje. Los aprendices aprenden con sus maestros por la observación, imitación y práctica. Los autores citan la experiencia como un

secreto para la adquisición de conocimiento tácito. La experiencia compartida así como los entrenamientos prácticos contribuyen al entendimiento del raciocinio de otro individuo. El contenido generado por este modo es el conocimiento compartido.

2. Externalización. La expresión del conocimiento tácito en forma de metáforas, conceptos, hipótesis, analogías o modelos. Este modo de conversión es considerado la llave o la clave para la creación de conocimiento, generando el conocimiento conceptual.
3. Combinación. La combinación de conjuntos diferentes de conocimientos explícitos, a través de reuniones, documentos, conversaciones o redes de conocimiento.
4. Internalización. El conocimiento explícito es incorporado en la base del conocimiento tácito de las personas, en la forma de modelos mentales, lo que ocurre a través de la experiencia, generando como contenido el conocimiento operacional.

Estos procesos se realimentan recíprocamente en una espiral continua de creación de conocimientos de la organización. Por tanto, se trata de que la organización sea capaz de gestionar el conocimiento: poniendo a disposición de la organización el conocimiento explícito; y creando un entorno en el que la gente pueda desarrollar y compartir el conocimiento implícito.

Al gestionar el conocimiento se pretende, fundamentalmente, incrementar el capital intelectual de la empresa, crear una organización más innovadora, distribuir el conocimiento de forma que esté disponible para los miembros de la empresa y ayudar a la toma de decisiones. En el fondo, se trata de aprovechar de una manera significativa las experiencias de los miembros de la organización en aras de la productividad y competitividad.

Formalmente podemos definir la Gestión del Conocimiento como la habilidad de impulsar el conocimiento de la organización para incrementar la capacidad de innovación y respuesta. La Gestión del Conocimiento representa una de las principales herramientas para que

las organizaciones logren un desarrollo estratégico en el que puedan aprovechar y maximizar el uso de la información que se tiene.

Es importante apoyar el desarrollo de competencias de los empleados. Se deben crear las condiciones para que los empleados tengan la posibilidad de desarrollar sus habilidades y que además reciban el reconocimiento correspondiente. Los empleados deben tener la sensación de que reciben apoyo, de que están integrados socialmente en la empresa y de que tienen capacidad de influencia. Se debe dar a los empleados la posibilidad de analizar los problemas y plantear preguntas, de diseñar y organizar de un modo autónomo su trabajo y aprendizaje. Las organizaciones tienen que buscar la forma de atraer y fidelizar a sus empleados, creando un clima laboral adecuado, construyendo una cultura de empresa y reconociendo el talento. A una organización le interesan profesionales con potencial de acción y compromiso con la empresa.

2.3.2 Flexibilidad

Las organizaciones tradicionales se basan en el establecimiento centralizado de objetivos en un proceso que se inicia en la alta dirección para descender en la escala jerárquica. En la organización clásica se tiende hacia la creación de puestos especializados, con claras definiciones de tareas y una orientación hacia la eficiencia. Este tipo de organización actúa como un obstáculo para la innovación y el aprendizaje organizativo, por cuanto inhibe la creatividad y la transferencia de conocimientos entre las personas que forman parte de la organización. Los trabajadores están encorsetados en la estructura de la organización y son los directivos los que controlan y establecen los objetivos mediante la utilización de la autoridad formal.

Por otro lado, el principio clásico de la división y especialización del trabajo permite tareas simples y un buen control de las acciones, pero se pierde a la persona responsable del proceso completo. La fragmentación de las tareas, si bien simplifica el proceso completo, lo hace mucho más susceptible a errores ya que hay demasiadas personas involucradas sin que nadie tenga una visión de conjunto.

Frente a esta visión clásica, las nuevas formas organizativas tienden a definir unidades autogestionadas, interdisciplinarias y con la capacidad de desarrollar múltiples tareas. Estas nuevas organizaciones se caracterizan por tener una estructura horizontal en vez de jerárquica para minimizar la distancia entre la dirección y los usuarios/clientes. La organización se orienta hacia procesos que aporten un servicio al cliente y exhiben las siguientes características:

1. Procesos simples. Los pasos en el proceso se ejecutan en un orden natural, permitiendo paralelismo si es posible. Los procesos tienen múltiples versiones para adaptarse a diferentes situaciones
2. Distintas tareas se pueden combinar en una sola, reduciendo la necesidad de administración y control.
3. Los trabajadores toman sus propias decisiones: No solo se comprimen los procesos en forma horizontal sino que también en forma vertical (el proceso de toma de decisiones). De esta forma, la toma de decisión no queda separada del trabajo, sino que se hace parte del trabajo.
4. Grupos de trabajo que realizan en conjunto un proceso completo.
5. Designación de un responsable del proceso completo (“case worker”). A esta persona se le motiva a ser innovador y creativo para reducir los tiempos del ciclo, costos y errores.
6. Designación de un solo punto de contacto con el cliente (“case manager”) aunque el proceso sea muy complejo o disperso y requiera un equipo sofisticado de trabajo.

Con esta visión se pretende que las organizaciones sean más flexibles para ajustarse rápidamente a las condiciones cambiantes del mercado. La flexibilidad es un concepto opuesto a la rigidez burocrática, y representa la capacidad para reaccionar con la menor cantidad de tiempo, esfuerzo o costo.

La flexibilidad se define como *la rapidez con la que una organización es capaz de llevar a la práctica procedimientos que incrementen la capacidad de gestión y mejorar el control sobre el entorno de la organización* [BYRD00].

Se puede hacer una distinción de la flexibilidad en niveles: operacional, estructural y estratégico, cada uno representando una variedad de capacidades de manejo y velocidad de respuesta [VOLB98]. La Flexibilidad Estratégica se refiere a las capacidades para alterar la naturaleza y dirección de las actividades organizacionales para orientarlas hacia retos no rutinarios. La Flexibilidad Estructural se refiere a las capacidades para adaptar la estructura organizacional, y sus procesos de toma de decisiones en un ambiente de "condiciones cambiantes". La Flexibilidad Operacional, se refiere a la capacidad para cambiar el "volumen y variedad de actividades, en vez de las clases de actividades llevadas a cabo dentro de la organización".

2.3.3 Organización en red

Las estrategias colectivas pueden llegar a convertirse en un requisito de supervivencia para las organizaciones al poder lograr ventajas competitivas no alcanzables individualmente, o llegado el caso de ser estrategias generalizadas no tener una desventaja con respecto a los competidores. A través de la asociación, las organizaciones pueden mejorar su posición competitiva participando en un esfuerzo conjunto para la búsqueda de un objetivo común, pero conservando su independencia jurídica y autonomía gerencial. Estos objetivos comunes pueden ser coyunturales, por ejemplo para la adquisición de un volumen de mercaderías o materia prima; o estables en el tiempo para realizar marketing o investigación y desarrollo.

La cooperación horizontal, es decir entre empresas ocupando la misma posición en la cadena de valor, permite que se puedan colectivamente conseguir economías de escala poniendo en común las capacidades de producción. Este tipo de asociaciones se denominan clusters y se caracterizan por una concentración sectorial y geográfica de empresas agrupadas para acceder a economías externas y/o obtener servicios especializados que promuevan el aprendizaje colectivo y la innovación. Por otro lado, la integración vertical, es decir entre empresas a lo largo de la cadena de valor, permite que las empresas puedan especializarse en el núcleo de su negocio. Este tipo de organizaciones se denominan networks, refiriéndose con este término a un grupo de empresas que

cooperan en el desarrollo de un proyecto conjunto complementándose para resolver un problema común [PYKE92].

Conceptualmente, en estas nuevas formas organizativas, las unidades básicas del negocio se relacionan con otras unidades con capacidades complementarias por medio de acuerdos contractuales que se apoyan en un compromiso mutuo y la confianza. Las relaciones se forman para afrontar un nicho de mercado que cambia rápidamente. En esta estructura los objetivos se establecen de forma descentralizada y los directivos tienen la función de orientar y resolver los conflictos.

La idea es que productos y/o servicios puedan ser desarrollados de forma conjunta por varias organizaciones en las que cada una de ellas se centra en los procesos en los que son especialistas. Cuando individualmente una organización concreta no tiene la capacidad para proveer ciertos servicios por sí misma, puede hacerse viable agrupándose en una organización virtual o en un cluster. En estas configuraciones cada empresa se centra en ejecutar los procesos en los que está especializada proporcionando un servicio integral a sus clientes.

Un ejemplo de este tipo de estructuras es el ecosistema de Silicon Valley, una red de empresas de alta tecnología, capital-riesgo, instituciones académicas y de investigación y personas con mucho talento [BAHR95]. Mientras que las empresas pueden entrar y salir, la red permanece como una estructura flexible que permite la adaptación a las condiciones cambiantes del entorno [CHIL01].

Los negocios que se desarrollan en agrupaciones dinámicas de organizaciones se benefician de la colaboración mutua, de la propiedad compartida de los recursos y del intercambio de conocimiento entre ellos. Hay evidencias de clusters de pequeñas empresas que llegan a conseguir ventajas competitivas [GOOD89] [PYKE90].

Ahora bien, a pesar de los beneficios potenciales para las organizaciones, la agrupación no surge espontáneamente. Existen múltiples factores: los costes que suponen identificar los socios más adecuados y posteriormente fortalecer las relaciones entre ellos, la inexistencia de marcos legales que respalden inversiones que se hagan en conjunto, o aspectos más sociológicos como la falta de una cultura de cooperación

entre empresas, el miedo a perder una ventaja competitiva o la falta de visión de que el conocimiento puesto en común puede ser valioso para abordar nuevas estrategias. Es necesaria la intervención de un agente externo que actué como catalizador facilitando la emergencia del cluster o red [NAVD95] [HUMP95].

Ecosistemas Digitales de Negocio (Digital Business Ecosystems - DBE) [NACH02] es un área de investigación que pretende estudiar estos comportamientos y proporcionar modelos que permita a las organizaciones pequeñas y medianas cooperar. DBE es la continuación lógica del eBusiness incorporando un concepto completamente nuevo. El objetivo es proporcionar funcionalidad adicional de un “entorno en evolución”, en el cual fenómenos como la auto-organización y la auto-optimización puedan producirse como sucede en el mundo natural.

Estas capacidades de auto-organización y auto-optimización permite al ecosistema sugerir mejoras en los servicios y transacciones como parte del mismo ecosistema. Ahora bien, en este contexto existe la necesidad de encontrar una aproximación tecnológica integrada para construir entornos de computación distribuidos que incorporen computación, gestión de datos y colaboración entre personas. Se requiere que todas las entidades que participen tengan una comprensión común de los servicios que deben o pueden ser ofertados en el sistema.

La descentralización, dinamicidad y distribución de recursos (tanto tecnológicos como humanos) en este tipo organizaciones perfila un conjunto de necesidades comunes. Así, un entorno de trabajo en este tipo de organizaciones debe proporcionar mecanismos de integración en dos niveles

- Entre personas. El soporte al trabajo en grupo entre personas dispersas geográficamente y/o con diferentes horarios de trabajo.
- Entre sistemas. El acceso telemático a servicios proporcionados por otras organizaciones de manera flexible, segura y consistente.

Estos requisitos han sido por algún tiempo una preocupación central de los investigadores y desarrolladores en sistemas distribuidos. La

investigación y desarrollo en este contexto ha conducido a dos grandes retos: trabajo en grupo e interoperabilidad.

3 Marco tecnológico

La actual revolución en las TIC constituye el centro de todas las transformaciones dentro de la organización. Aun estamos en una fase en la que el desarrollo de la tecnología y su aplicación a los negocios no tiene límites. Sin embargo, a partir de estos cambios, surgen una serie de interrogantes como ¿qué tecnologías son las más apropiadas para impulsar las innovaciones dentro de una organización? o ¿cuáles son los retornos reales que genera la inversión en tecnología?

Además, el proceso que media entre la aparición de una determinada innovación tecnológica y su integración plena en una organización atraviesa por multitud de circunstancias en las que es necesaria realizar una adaptación a la cultura y valores de la organización. Esta adaptación debe realizarse tanto a nivel individual de cada uno de los trabajadores como a nivel estructural de la propia organización.

Por otro lado, una de las contradicciones más notorias de este mercado es que conforme se incrementa la importancia del software en las operaciones críticas de empresas, sucede también que las mejores técnicas para producir o implantar este software son desconocidas o no se encuentran adecuadamente diseminadas. Las cifras son alarmantes. Hay estudios que muestran que de cada seis grandes proyectos software que han sido puestos en producción hay otros dos que han sido cancelados. Los proyectos software suelen desviarse de su planificación más de la mitad del tiempo estimado. Tres cuartas partes de los proyectos que llegan a ser puestos en marcha son considerados fracasos operativos [GIBB94].

En empresas grandes que cuentan con recursos tanto materiales como humanos para realizar innovaciones, abordar un proyecto con riesgo no compromete la viabilidad económica de la empresa. Este tipo de proyectos no son asumibles por las empresas pequeñas, dado que existe una gran incertidumbre respecto al resultado de los esfuerzos que se

realicen. Con la acumulación de innovaciones que se suceden día a día este problema se agrava aún más.

En este capítulo queremos hacer una revisión de aquellas orientaciones tecnológicas actuales que se consideramos más relevantes para innovar dentro de las organizaciones asumiendo el reto de identificar las posibilidades tecnológicas que las pequeñas organizaciones pueden incorporar en su estructura productiva.

3.1 Ingeniería dirigida por modelos

La calidad en la gestión que las organizaciones de hoy necesitan para desarrollar o apoyar la competitividad y el desarrollo de los negocios, es el reto más importante que hoy enfrentan los responsables de implantar las tecnologías de la información en las empresas. Los modelos de gestión empresarial tradicionales son dinámicos y es por esto que los enfoques arquitectónicos que se seleccionen deben apoyar los procesos de negocio y no ser obstáculo.

La Ingeniería Dirigida por Modelos [BEYD05] [SCHM06] [BALA06] ofrece un prometedor enfoque para superar la incapacidad de los lenguajes de tercera generación y para gestionar de forma flexible el software que da soporte a los sistemas de información en las organizaciones. El objetivo que se persigue es reducir los desvíos que actualmente se observan entre las necesidades de gestión de la información en las organizaciones y los Sistemas de Información que realizan dicha gestión.

Tanto la creación como la gestión de un sistema de información son procesos complejos en los que habitualmente se presentan problemas de diversa naturaleza: desviaciones con respecto a la planificación y el presupuesto; falta de comprensión de los requerimientos del usuario; elección de tecnologías no adecuadas [GROS03]. Estos problemas surgen de la dificultad que supone gestionar correctamente proyectos de sistemas de información en los que hay que saber llegar a soluciones tanto relacionadas con la organización como con la tecnología.

3.1.1 Un nuevo paradigma de desarrollo

Los avances en los lenguajes de programación han elevado el nivel de abstracción, lo que permite a los desarrolladores abstraerse de las complejidades asociadas al desarrollo de aplicaciones que existían con el uso de tecnologías anteriores. Los lenguajes orientados a objetos como C++, Java, o C#, son más expresivos que otros como Fortran o C. .

No obstante, pese a estos avances, aún los desarrolladores tienen que gestionar correctamente la complejidad de las plataformas. Frameworks como JEE o .NET contienen cientos de clases y métodos con muchas dependencias y efectos colaterales que requieren un considerable esfuerzo de aprendizaje.

Para aliviar la complejidad de las plataformas y expresar conceptos de dominio eficientemente, el desarrollo de tecnologías de Ingeniería Dirigida por Modelos (Model-Driven Engineering, MDE) aparece como un nuevo paradigma de desarrollo. Este paradigma de desarrollo consiste en la combinación de tecnologías como [SCHM06] [BALA06]:

- Lenguajes de modelado específicos del dominio (Domain-specific modeling languages, DSML) cuyos sistemas tipo formalizan la estructura, comportamiento y requerimiento dentro de dominios particulares, tales como servicios financieros online, gestión de almacenes, o incluso el dominio de plataformas middleware. Los DSMLs se describen usando metamodelos, los cuáles definen las relaciones entre conceptos en un dominio y especifican con precisión las semánticas y restricciones claves con estos conceptos de dominio. Los desarrolladores usan DSMLs para construir aplicaciones usando elementos del sistema tipo capturados por metamodelos y expresan propuestas de diseño declarativamente en vez de imperativamente.
- Motores y generadores de transformación que analicen ciertos aspectos de los modelos y entonces sinteticen varios tipos de elementos, tales como código fuente, entradas simuladas, descripciones de despliegue XML, o representaciones de modelo alternativas. La capacidad para sintetizar elementos desde el modelo ayuda a asegurar la consistencia entre implementaciones

de la aplicación y los requerimientos de calidad del servicio capturados por modelos. A este proceso de transformación automatizada se le conoce a menudo como “corrección-mediante-construcción”, en oposición al habitual proceso de desarrollo de software “construcción-mediante-corrección”, que es tedioso y propenso a errores.

Las tecnologías MDE existentes y las que actualmente están surgiendo aplican las lecciones aprendidas de los esfuerzos precedentes de desarrollar plataformas de alto nivel y abstracciones del lenguaje.

Por ejemplo, en vez de notaciones de propósito general que rara vez expresaban los conceptos del dominio y las propuestas de diseño de la aplicación, los DSMLs pueden confeccionarse a través del metamodelado para expresar exactamente la sintaxis y semántica del dominio. Disponiendo de elementos gráficos que se relacionan directamente con un dominio familiar no sólo ayuda a curvas de aprendizaje menos costosas sino también ayuda a un amplio conjunto de expertos en la materia, tales como ingenieros de sistemas y arquitectos de software experimentados, a asegurar que los sistemas software alcanzan las necesidades de los usuarios [SEID03].

Es más, las herramientas MDE imponen restricciones específicas del dominio y llevan a cabo comprobaciones del modelo que pueden detectar y prevenir muchos errores en los primeros ciclos de vida del software. Por si fuera poco, puesto que las plataformas actuales tienen una funcionalidad y calidad de servicio mucho más ricas que las de los años 80 y 90, los generadores de herramientas MDE no necesitan ser tan complicadas, ya que pueden sintetizar elementos que se hagan corresponder con las APIs (Application Programming Interfaces) y los frameworks de las plataformas middleware de alto nivel, a veces estandarizadas, en vez de sobre las APIs de los SO. Como resultado, es mucho más fácil desarrollar, depurar y hacer evolucionar herramientas MDE y las aplicaciones creadas con estas herramientas.

3.1.2 Modelado del negocio

Desde posiciones relacionadas con la ingeniería del software en la literatura encontramos referencias a modelos del dominio. Un modelo del dominio es una representación de conceptos u objetos en una situación real del dominio del problema [MART95], [FOWL96].

El modelado del dominio es una técnica aceptada para el desarrollo de sistemas software. Modelando el funcionamiento del propio negocio, los requisitos del sistema software son más precisos y correctos, lo cual supone una garantía de estabilidad para realizar las siguientes actividades del proceso de desarrollo. Estar introduciendo de forma continua cambios en el proceso de desarrollo es una mala práctica que puede conducir al fracaso del proyecto. El modelo de negocio contiene diferentes modelos [CONR95]:

1. Modelo de actividad, que expresa las actividades y sus dependencias temporales.
2. Modelo del producto, para expresar los objetos de información manejados por el proceso.
3. Modelo organizacional, para expresar los recursos, roles, restricciones globales, coordinación, etc. disponibles para ejecutar el proceso.

En ingeniería del software, el estándar para modelado es UML (Unified Modelling Language). Éste es un lenguaje de modelado estándar para la construcción de sistemas software [ERIK00]. El desarrollo del UML comenzó a principios de los 90 como una aproximación unificada de los métodos de desarrollo orientados a objetos de Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson. Hay que resaltar que UML es un lenguaje para especificar y no un método desarrollo de software.

Actualmente todos los métodos de desarrollo de ingeniería del software utilizan este lenguaje al haberse convertido en estándar en 1997. Desde entonces se han introducido varias revisiones estando actualmente en la versión 2.0. Este lenguaje cubre todas las fases del desarrollo, proporcionando herramientas de representación en cada una de las actividades del proceso de desarrollo.

En UML 2.0 hay 13 tipos diferentes de diagramas que podemos categorizar en:

- Diagramas de estructura. Se centran en los elementos que existen en el sistema modelado. Son los siguientes: diagrama de clases, diagrama de componentes, diagrama de objetos, diagrama de estructura compuesta, diagrama de despliegue, diagrama de paquetes
- Diagramas de comportamiento. Describen lo que debe suceder en el sistema modelado. Son los siguientes: Diagrama de actividades, diagrama de casos de uso, diagrama de estados
- Diagramas de interacción. Son un tipo de diagramas de comportamiento, pero centrados en el flujo de control y de datos entre los elementos del sistema modelado. Son los siguientes: Diagrama de secuencia, diagrama de comunicación, diagrama de tiempos, diagrama de vista de interacción

Aunque los métodos de desarrollo de software comienzan planteando la necesidad de construir un modelo del dominio, normalmente los ingenieros de software se limitan a realizar un diagrama de clases con el que describen los conceptos que les resultan menos familiares y más relacionados directamente con el dominio concreto que están analizando. Por ello, en este ámbito a este tipo de modelos también se les suele llamar modelos conceptuales.

Además los modelos del dominio en ingeniería del software normalmente carecen de información relevante para el negocio como son las responsabilidades de los actores en el dominio o el flujo de trabajo que se desarrolla en la organización.

3.1.3 Estándares para el modelado

Si bien es cierto que el modelo de negocio no expresa únicamente el flujo de control para la realización del trabajo en la organización, en la literatura se encuentran muchas más referencias al modelado de procesos de negocio que a los otros aspectos del modelado.

Un proceso de negocio puede ser definido como una forma organizacional horizontal que encapsula las interdependencias de tareas, roles, recursos humanos, departamentos y funciones requeridas para proveer un producto o servicio a un cliente. Los procesos de negocio definen la dinámica del comportamiento del negocio, actuando sobre entidades o recursos mediante la descripción de la secuencia de actividades que deben ser realizadas por los actores que trabajan en la organización y/o fuera de ella.

Las metodologías para la mejora de las organizaciones como: Business Process Reengineering, Business Process Management, Total Quality Management o Process Improvement están basadas en dos nociones claves: la representación del proceso de negocio y la automatización utilizando algún sistema de gestión de procesos de negocio.

Los procesos de negocio pueden expresarse con diferentes aproximaciones: descriptivos o basados en disparos [JOER99], basados en redes [GREF00], imperativos [HAGE99] e híbridos [JACC92].

Existe muchos lenguajes de modelado de procesos que se pueden categorizar en dos grandes paradigmas:

1. IPO (Input Process Output) [MART85] Es el predominante entre los productos comerciales de soporte de procesos. Se basa en el concepto simple de que un proceso es una caja negra que transforma una entrada en una salida.
2. Language Action. Está basado en la teoría speech-act (acto de habla) [Searle y Vanderveken, 1985] y asume que el lenguaje no se usa simplemente para comunicar información sino que también se puede usar para planificar y coordinar acciones.

Para abordar el modelado de procesos de negocio existen numerosos estándares como:

- BPMN. Business Process Modelling Notation
- BPDM. Business Process Definition Metamodel
- SBVR. Semantics of Business Vocabulary and Business Rules
- BPEL. Business Process Execution Language

BPMN. Business Process Modelling Notation

BPMN sirve para especificar diagramas de procesos de negocio [OMG2006a]. Estos diagramas modelan un flujo de procesos de negocio, indicando los eventos que ocurren al comenzar el proceso, las actividades que son llevadas a cabo y los resultados finales del flujo de proceso. Las decisiones de negocio y las ramificaciones de los flujos son modeladas usando pasarelas (gateways).

El flujo de un proceso puede contener subprocessos, los cuales pueden ser mostrados gráficamente mediante otro diagrama de procesos de negocio. Si un proceso no se descompone en subprocessos, es considerado como una tarea.

El objetivo principal de BPMN es ofrecer una notación entendible por todos los participantes en los procesos de negocio y su automatización, desde los analistas de negocio que crean los primeros borradores de los procesos, hasta los desarrolladores responsables de implementar la tecnología que lleva a cabo los procesos.

BPDM. Business Process Definition Metamodel

BPDM es un framework que aún está en fase desarrollo que tiene el propósito de unificar las distintas especificaciones de procesos de negocio [OMG2006b]. Se espera que éste estándar esté terminado durante el año 2007. BPDM definirá un conjunto de elementos abstractos para la definición de procesos de negocio que se puedan ejecutar dentro de una organización o en colaboración con otras empresas o unidades de negocio.

BPDM proporcionará un metamodelo común que permita unificar las diversas notaciones para la definición de procesos de negocio. Además tendrá la posibilidad de integrar procesos de negocio que se desarrollen en diferentes unidades de negocio permitiendo la colaboración entre ellas.

SBVR. Semantics of Business Vocabulary and Business Rules

Esta especificación define el vocabulario y las reglas para documentar la semántica del vocabulario de negocio, hechos de negocio y reglas de negocio [OMG06c]. También define un esquema para el intercambio de

vocabularios y reglas de negocio entre organizaciones y entre herramientas software.

SBVR es un metamodelo MOF, por lo tanto puede ser almacenado en un repositorio MOF, intercambiado y enlazado con otros metamodelos basados en MOF. SBVR está integrado de forma plena en la arquitectura MDA de OMG.

La especificación es aplicable para todo tipo de actividades de negocio de todos los tipos de organizaciones. SBVR es la especificación de un metamodelo para capturar expresiones en un lenguaje natural controlado y para representarlas en expresiones de la lógica formal. Con SBVR se espera conseguir la integración semántica de los negocios y la especificación formal de los requisitos de los sistemas en lenguaje natural. La lógica soportada por SBVR proporciona unas capacidades amplias de expresión para escribir especificaciones, incluyendo lógica de predicados de primer orden, lógica de orden superior, lógica modal, teoría de conjuntos y matemáticas.

BPEL. Business Process Execution Language

BPEL proporciona un lenguaje para la especificación formal de procesos de negocio y protocolos de interacción de negocios [ANDR03] basado en XML. No define una representación gráfica de los procesos ni proporciona ninguna metodología particular para diseñar procesos.

Tiene su origen en BPML, una especificación estándar desarrollado por la BPMI (Business Process Management Initiative). Este lenguaje proporciona una abstracción del modelo de ejecución de los procesos de colaboración y transaccionales del negocio basado en el concepto de máquina de estados finita transaccional.

En BPEL se introducen mecanismos para especificar el comportamiento de procesos de negocio implementados mediante tecnología de Servicios Web. Permite modelar los procesos de negocio de dos maneras:

- Mediante procesos de negocio ejecutables se modela el comportamiento de un participante en una interacción de negocio.

- Mediante protocolos de negocio, por el contrario, se usan descripciones de procesos que especifican el comportamiento del intercambio visible de mensajes de cada parte involucrada en el protocolo, sin revelar su comportamiento interno. Las descripciones de procesos para protocolos de negocios son llamados procesos abstractos.

3.1.4 MDA. Model Driven Architecture

MDA es una marca registrada por el Object Management Group (OMG) que plantea una solución para un nuevo paradigma en el que los modelos guían todo el proceso de desarrollo [MILL01]. Es un marco de trabajo para el desarrollo del software que define una arquitectura orientada a modelos y unas guías de transformación entre los mismos para recoger las especificaciones de un sistema, donde los productos que se generan son modelos formales.

MDA define una aproximación a la especificación de sistemas de tecnologías de la información que separa la especificación de la funcionalidad del sistema de la especificación de la implementación de dicha funcionalidad en una plataforma tecnológica específica. Para tal fin, MDA define una arquitectura para modelos que proporcionan un conjunto de pautas para estructurar las especificaciones expresándolas como modelos. MDA separa la lógica del negocio de la lógica de la aplicación de la plataforma tecnológica y representa esta lógica con modelos semánticos muy precisos. MDA, al ser un marco arquitectónico, perfecciona la estrategia arquitectónica y mejora la eficiencia del grupo de desarrollo.

El enfoque MDA y los estándares que lo soportan permiten que la misma funcionalidad del sistema especificada como modelo pueda explotarse en múltiples plataformas, y permite a diferentes aplicaciones integrarse mediante la comunicación de sus modelos, habilitando la integración y la interoperatividad. Por tanto, proporciona una solución para los cambios de negocio y de tecnología, permitiendo construir aplicaciones independientes de la plataforma e implementarlas en plataformas como CORBA, JEE o Servicios Web [MILL01]

Modelos en MDA

MDA es un acercamiento al desarrollo de sistemas software, que potencia el uso de modelos en el desarrollo. Para ello propone la realización de Modelos Independientes de Computación (Computation Independent Model, CIM) que son modelos del más alto nivel de abstracción que identifican el contexto del sistema; Modelos Independientes de la Plataforma (Platform Independent Model, PIM) que proporcionan la especificación formal de la estructura y función del sistema, sin tener en cuenta aspectos técnicos e independientes de cualquier tecnología de implementación; Modelos Específicos de la Plataforma (Platform Specific Model, PSM) que proporcionan modelos en términos de constructores de implementación que están disponibles en una tecnología específica. En MDA, un modelo es una representación de una parte de la función, estructura y/o comportamiento de un sistema [MILL01].

Se dice que una especificación es formal cuando se hace con un lenguaje que tiene una forma (sintaxis) y significado (semántica) bien definidos y reglas de análisis, inferencia o prueba para su construcción. La sintaxis puede ser gráfica o textual. La semántica puede definirse mediante observaciones de las cosas del mundo real que van a describirse (por ejemplo, los mensajes enviados y sus respuestas, estados de los objetos y cambios de estado,...), o mediante la traducción de construcciones de alto nivel en otras construcciones que tengan un significado bien definido. Las reglas de inferencia definen qué propiedades pueden deducirse de las sentencias explícitas del modelo. En MDA, una especificación que no es formal es este sentido, NO ES un modelo. De esta forma, un diagrama con cajas, líneas y flechas que no tiene detrás una definición del significado de una caja, de una línea y de una flecha no es un modelo: se trataría tan sólo de un diagrama informal. Un modelo MDA debe ajustarse sin ambigüedad con una definición de la semántica y sintaxis del lenguaje de modelado.

En MDA, el modelo de salida es generado en forma de otro modelo más cercano a la plataforma para luego transformarse nuevamente a código escrito en un lenguaje de programación de 3ª generación (p.e. Java) y usando funcionalidades de una plataforma de ejecución concreta (p.e. JEE, Corba). A su vez, el código debe ser traducido por un compilador

para generar código para que una máquina (virtual o real) realice las acciones descritas en un programa.

El código fuente es un modelo que tiene la característica de poder ser ejecutado por una máquina. De igual forma, una especificación basada en UML es un modelo cuyas propiedades pueden expresarse gráficamente mediante diagramas, o textualmente mediante un documento XML.

Abstracción, refinamiento y puntos de vista

La idea principal del desarrollo utilizando MDA [MILL01], es la separación de la especificación del sistema de los aspectos puntuales de la implementación del mismo de acuerdo a la plataforma en la cual se desee realizar el desarrollo. Para este fin, el marco de trabajo MDA especifica tres puntos de vista, los cuales a su vez generan un modelo que representa los resultados de la aplicación de cada punto de vista.

Los tres puntos de vista MDA son:

1. Punto de vista independiente de computación. Este punto de vista está centrado en el dominio del sistema así como en los requerimientos, detalles de la estructura y procesamiento del sistema. Esta forma de ver el sistema genera un Modelo Independiente de Computación (CIM). Los CIMs se asocian a los modelos de dominio y es recomendable que sean especificados a partir de un vocabulario común para todos los elementos (computacionales o humanos) implicados en el desarrollo del sistema.
2. Punto de vista independiente de plataforma. Esta vista es la encargada de mostrar la especificación del sistema tomando en cuenta no solo las especificaciones de funcionamiento propias del sistema, especificadas en el CIM, sino también las especificaciones para la implementación en un medio informático. El Modelo Independiente de Plataforma (PIM) representa los aspectos que no cambiarán de una plataforma a otra, de acuerdo a una tecnología ó método de implantación escogido para la representación informática.
3. Punto de vista específico de plataforma. Esta vista combina el punto de vista independiente de plataforma con los detalles y características propias del uso de una plataforma de

desarrollo. En el Modelo Especifico de Plataforma (PSM) se puede observar la manera en la cual un sistema usa las herramientas de la plataforma para el cumplimiento de los objetivos trazados en la etapa de especificación inicial.

Entre los diferentes modelos construidos en MDA existe una estrecha relación. Los modelos más abstractos son la base para la construcción de los modelos específicos así como los modelos específicos son los que soportan los modelos de un nivel de abstracción mayor. Esta relación es representada en esta arquitectura por las Transformaciones entre Modelos, las cuales constituyen una de las características fundamentales de esta propuesta. Los procesos de transformación se denominan ‘mappings’ y están conformados por una serie de reglas de transformación que son operativas en un determinado dominio y permiten pasar de un modelo a otro [MILL01].

Uno de los factores claves para la acogida de MDA por parte de la comunidad informática es su énfasis en los modelos. La especificación MDA sugiere la utilización de UML (Unified Modelling Language) para la creación de modelos, MOF (Meta-Object Facility) para la creación de metamodelos y QVT (Query/View/Transformation) para la especificación de las transformaciones; sin embargo no es obligatorio el uso de estos.

Aunque el desarrollo de software dirigido por modelos es un área que está en sus inicios, ya ha aparecido un buen número de herramientas con la etiqueta “MDA”. Algunas de las herramientas MDA más extendidas son: OptimalJ, AndroMDA, Ameos, Together Architect, Codagen, ArcStyler, MDE Studio, Objecteering...

3.2 Interoperabilidad

Los problemas de interoperabilidad entre organizaciones están relacionados con la necesidad de un negocio de realizar transacciones electrónicas con otro negocio. Para ello debe “alinear” sus aplicaciones con las aplicaciones que ofrece su cliente o su proveedor.

La interoperabilidad se define como “la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y hacer uso de la información que se ha intercambiado” [IEEE90]. El problema no se reduce sólo a la comunicación, sino también a la comprensión de la información intercambiada. Es decir, la interoperabilidad es la capacidad de dos o más sistemas no sólo para intercambiar información sino para usarla efectivamente.

El Marco de Interoperabilidad Europeo (European Interoperability Framework, EIF) distingue tres tipos [EURO04]:

1. La interoperabilidad organizacional se refiere a la definición de los objetivos del negocio, las estrategias organizacionales, los procesos y los mecanismos de intercambio de información entre empresas cooperantes. Este tipo de interoperabilidad identifica y satisface los requisitos de la comunidad de usuarios con la disponibilidad de servicios accesibles orientados a los usuarios.
2. La interoperabilidad semántica asegura que los significados de la información intercambiada sean comprensibles para las otras empresas. Esta semántica, definida sobre vocabularios [BRAY04], es la base para establecer los esfuerzos de estandarización
3. La interoperabilidad técnica cubre los aspectos esenciales que permiten combinar y unir servicios y sistemas de información.
4. La interoperabilidad técnica es necesaria en la comunicación de diferentes organizaciones. En este nivel es necesario establecer los procedimientos para intercambiar información y los procedimientos de soporte que garantizan una cierta disponibilidad de los servicios.

Los aspectos de interoperabilidad que se abordan en este trabajo están relacionados directamente con la interoperabilidad técnica y semántica. Los aspectos relacionados con la interoperabilidad organizacional no están en el ámbito de una propuesta como la que se ofrece en este trabajo.

En los siguientes apartados se describirán los dos paradigmas que actualmente pretenden incidir en la interoperabilidad técnica y semántica: la orientación a servicios y las ontologías respectivamente.

3.2.1 Orientación a servicios

La Orientación a Servicios es un paradigma que ha sido introducido para dar soporte a los problemas de interoperabilidad técnica entre organizaciones, ofreciendo un modelo de interoperabilidad en el que es posible abstraerse de los detalles específicos de la implementación para concentrarse en los detalles de la interacción [PAPA03].

En este paradigma, se plantea el diseño de la arquitectura TIC en base a sistemas autónomos con la premisa de que deben estar abiertos para conseguir mayor flexibilidad y facilitar su integración con otros sistemas. A estos sistemas autónomos se las llama servicios, y se diseñan para ser estables y duraderos a largo plazo, a la vez que se espera de los mismos alta disponibilidad y estabilidad. La aplicación de este paradigma proporciona un modelo para construir sistemas con bajo acoplamiento para procesamiento distribuido.

Un servicio es una aplicación completamente autónoma e independiente que es capaz de exponer su funcionalidad utilizando una interfaz, mediante la cual, puede ser invocado. Los servicios, se caracterizan por tener las siguientes propiedades [BARR03]:

1. El servicio es una abstracción del negocio que realiza y encapsula detalles internos como bases de datos y procesos de negocios.
2. El servicio tiene una definición formal de los mensajes intercambiados entre proveedores y clientes de servicios
3. Los servicios son modelados débilmente acoplados y con un acoplamiento bajo

El aspecto más importante de los servicios es que separan la implementación de la interfaz [MCGO03]. Así, los clientes del servicio ven el servicio simplemente como un escaparate que soporta peticiones concretas sin preocuparse de cómo el servicio ejecuta sus peticiones. Los servicios habitualmente son invocados desde los procesos de negocio.

Esta visión permite que los sistemas tengan más facilidades para poder evolucionar y adaptarse. Así mismo, es importante mencionar que los servicios son independientes de la tecnología usada para su implementación.

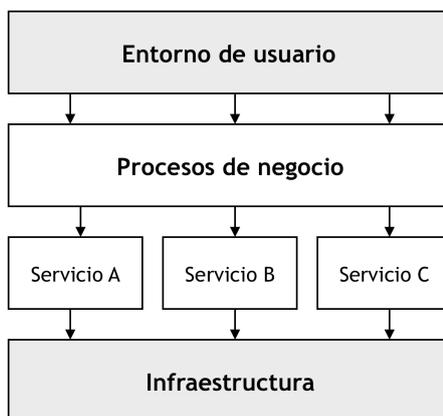


Figura 3-1. Orientación a servicios

3.2.2 Tecnologías orientadas a servicios

Las tecnologías para implementar la orientación a servicios se centran en la actualidad principalmente en SOAP (Simple Object Access Protocol) [BOXE03]. Éste es un protocolo ligero para el intercambio de información en un entorno descentralizado y distribuido. La invocación de métodos remotos usa un protocolo basado en XML [BRAY04] y la definición de interfaz usando el lenguaje WSDL [CHRI01]. El protocolo está incrustado en el protocolo HTTP incorporando en los mensajes el nombre del método y los parámetros para invocar el servicio.

SOAP soluciona los problemas de dependencia de la plataforma y el lenguaje que las otras tecnologías tienen. Además tiene la ventaja de ser un estándar ratificado por la W3C (World Wide Web Consortium) y de existir un consenso entre todos los grandes fabricantes para adoptar esta tecnología. De hecho existen implementaciones de SOAP disponibles en muchos entornos de programación (Microsoft® .NET, Sun® ONE, IBM).

Las expectativas que SOAP ha generado son inmensas dado su potencial para crear fácilmente Servicios Web que puedan ser usados por cualquier aplicación, y como consecuencia se ha producido en muy poco

tiempo una explosión de nuevos servicios en la red usando este protocolo.

Otras tecnologías para habilitar la interoperabilidad técnica son CORBA (Common Object Request Broker Architecture) [OBJE06], DCOM (Distributed Component Object Model) [REDM97] o Java RMI (Java Remote Method Invocation) [SUNM06].

Recientemente, OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards), un consorcio internacional sin ánimo de lucro orientado al desarrollo y convergencia de los estándares de comercio electrónico y servicios web, ha desarrollado ASAP (Asynchronous Application Service Protocol), una extensión de SOAP que permite la integración de servicios asíncronos [OASI09]. Para conseguir un nivel de interacción asíncrono es necesario llevar el control y la monitorización de un servicio.

3.2.3 Composición de servicios

Con la introducción de los Servicios Web, se empezó a emplear el término “composición de Servicios Web” para describir el uso de los servicios en el flujo de trabajo de una organización. La composición de servicios es la capacidad de una organización de proporcionar servicios de valor añadido mediante la composición de servicios básicos proporcionados por otras organizaciones [PIRE02].

Más recientemente han aparecido otros términos como orquestación y coreografía de servicios para referirse a esta idea [OGSI03]. La orquestación describe como los Servicios Web pueden interactuar entre ellos bajo la lógica de un negocio. La coreografía está asociada con el intercambio de mensajes que ocurre entre múltiples Servicios Web más que los procesos específicos que ejecuta una organización individual. Para la Orquestación, el proceso está controlado desde la perspectiva de una organización individual, mientras que para la Coreografía el proceso existe en el marco de una Organización Virtual.

Para obtener un alto grado de automatización de los procesos y permitir colaboraciones flexibles es necesario poder componer servicios. La

composición de servicios impone una serie de requisitos al sistema que la habilite [OGSI03]:

- Que haya una separación clara entre el uso de los servicios y la lógica del proceso.
- Que sea transaccional. Es decir, la ejecución de un método debe estar separada de la intervención (commit) sobre los datos. De esta forma, si alguno de los servicios falla durante la ejecución de un proceso, se puede deshacer (roll back) para recuperar el estado inicial del proceso.
- Que el servicio esté federado. Una federación de servicios es una colección de servicios gestionados conjuntamente en un mismo dominio. La federación de servicios es necesaria como mecanismo para gestionar las identidades de los clientes y de esta forma facilitar la composición de servicios. La gestión de identidades en una federación da soporte a la autenticación de los clientes en un entorno de sistemas heterogéneos.

Así, la federación de servicios proporciona un nivel mayor de integración entre organizaciones ya que regula las relaciones de confianza entre organizaciones. En este contexto, el término federación es usado como marco para establecer alianzas entre entidades independientes. El concepto de federación también hace referencia a una organización formada por entidades autónomas en las que existen unas normas que regulan el funcionamiento. En este sentido, una federación es una forma de regular el funcionamiento de una organización virtual.

Los miembros de una federación deben: poderse identificar como miembros de una comunidad, estar gobernados por leyes colectivas y contribuir con sus esfuerzos individuales a edificar el comportamiento de la federación como un todo. Los objetivos de una federación incluyen asegurar la libertad de los individuos para conseguir sus objetivos individuales y construir y asegurar bienes comunes [BAYN03]. Una federación debe servir como mecanismo para mantener las relaciones entre sus miembros.

3.2.4 Arquitecturas orientadas a servicios

La proliferación de los Servicios Web y la introducción de estas ideas en el ámbito organizacional han estimulado el planteamiento y discusión de las Arquitecturas Orientadas a Servicios (Service Oriented Architecture, SOA). Las arquitecturas orientadas a servicios proporcionan los fundamentos para construir aplicaciones que den soporte a procesos de negocio en los que se necesiten la composición de servicios.

Una arquitectura SOA es una "Organización fundamental de un sistema, integrada en sus componentes, su relación con los demás y el entorno, así como los principios que rigen su diseño y evolución" [ANIE]

Las arquitecturas de aplicaciones han evolucionado desde una arquitectura funcional orientada a resolver las necesidades de los usuarios a arquitecturas orientadas a la interoperabilidad con otros sistemas. Este tipo de arquitectura es mejor que una arquitectura funcional ya que gestiona sus componentes como una entidad individual, independizándolos y facilitando la inclusión de mejoras o modificaciones en las aplicaciones.

En general, las arquitecturas orientadas a servicios están basadas en tres ideas fundamentales: están basadas en servicios; todas las funciones del negocio se definen como servicios, y más concretamente en Servicios Web; y están basadas en el modelo "publish, find, bind"

Para permitir a los clientes buscar un servicio que cumpla con un criterio especificado, las arquitecturas orientadas a servicios introducen el modelo "publish, find, bind". En este modelo los clientes buscan el servicio en un registro (third party registry) en el que previamente un proveedor ha publicado un modelo de contrato de dicho servicio. El contrato se usa para anunciar las posibilidades del servicio, la interfaz, el comportamiento y la calidad. Si el registro tiene dicho servicio, le proporciona al consumidor el contrato y una dirección para usar el servicio.

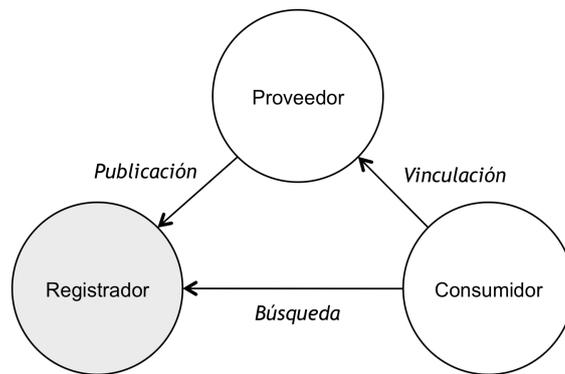


Figura 3-2. Modelo SOA: Publish-Find-Bind

Los componentes de este modelo son el Consumidor (aplicación, servicio o cualquier otro módulo software que requiera un servicio), el Proveedor (entidad que acepta y ejecuta las peticiones de los consumidores), el Registro (directorio que contiene todos los servicios y contratos disponibles) y el Contrato (especificación de como el consumidor interactúa con el proveedor). El contrato contiene el formato de las peticiones y respuestas del servicio, así como las condiciones previas y posteriores en las que se debe encontrar el servicio al ejecutar una función concreta. También puede especificar la calidad del servicio (QoS, Quality of Service), por ejemplo tiempo de respuesta mínimo del sistema para una función.

Para facilitar el uso de un servicio, en las arquitecturas orientadas a servicios se definen algunos criterios de modularidad: el servicio debe ser una representación de una función completa del proceso de una organización y el proveedor debe estar desacoplado del consumidor del servicio [PAPA03]. Así, en estas arquitecturas, un servicio es una función del negocio implementada por un recurso software y encapsulada usando una interfaz.

En las arquitecturas orientadas a servicios, la interfaz debe tener asociada una descripción que todos aquellos que deseen usar el servicio debe poderla buscar y consultar. La posibilidad de usar y componer servicios depende precisamente de que exista un lenguaje de definición de interfaces estándar, concretamente, los Servicios Web se describen con WSDL.

Estas arquitecturas proporcionan bastantes mecanismos de interacción y comunicación, pero adolecen de cuestiones importantes necesarias para la composición de servicios relacionadas con la semántica del servicio: como se crea un servicio, cuanto vive o como gestiona los fallos entre otros. Estos comportamientos del servicio deben concretarse de forma que existan definiciones estándares de interfaces y la semántica asociada para interacciones comunes entre servicios.

3.2.5 Ontologías

Las ontologías pretenden facilitar la interoperabilidad a nivel semántico [GOME03]. Al definir una ontología se realiza una labor de estandarización de los conceptos de tal forma que todos entendamos lo mismo cuando algún término sea dicho y se eviten confusiones de interpretación. Se pretende evitar pérdidas de tiempo en labores de traducción de un sistema a otro o en la evaluación de la viabilidad de interoperabilidad de dos sistemas [GUAR98].

El hecho de que dos sistemas puedan intercambiar información requiere un acuerdo en el significado de la información que éstos deben intercambiar. Existen una serie de necesidades de los usuarios y desarrolladores de sistemas que estarían resueltas con la existencia de un modelo neutro.

Cada organización puede internamente representar la información desde un punto de vista diferente, ya que sus necesidades no tienen que ser coincidentes, pero para poder interoperar es necesario que se basen en algún modelo neutro y no propietario.

Es imprescindible que estos modelos neutros no sean propietarios, dado que para las organizaciones es fundamental el control de la información y la independencia de un proveedor. Si los sistemas no pueden exportar o importar sus datos a un formato abierto, la organización pasa a depender de un proveedor, lo cual debe ser contrario a la estrategia de la empresa.

La posibilidad de basarse en formatos abiertos no propietarios es una medida fundamental para garantizar que las organizaciones puedan

interactuar con otros sistemas y organizaciones no teniendo que depender de ningún proveedor.

Definir formatos abiertos no es una tarea que individualmente ninguna organización pueda realizar por sí mismo. Es imprescindible conformar consorcios y establecer mecanismos para establecer un acuerdo en el significado de la información que éstos deben intercambiar.

La definición más popular de ontología en informática es la dada por Gruber como “la especificación explícita, compartida y formal de una conceptualización” [GRUB93]. Este concepto se basa en la idea de conceptualización como una visión simplificada del mundo. Es el resultado del proceso por el cual la mente humana forma su representación mental acerca de algún evento o cosa.

El uso de ontologías para la representación del conocimiento surge en el ámbito de la Inteligencia Artificial [MCCA80] para permitir la resolución de problemas pero actualmente se ha extendido su uso en el desarrollo de sistemas de información [GOME03].

Las ontologías son representaciones informáticas del conocimiento que se tiene sobre un dominio. Este conocimiento es descompuesto a través de conceptos, por lo que la representación del conocimiento se transforma en la representación de conceptos que de alguna forma están interrelacionados y generan dicho conocimiento o idea sobre el dominio.

Para expresar ontologías de forma comprensible por las máquinas [GOME03], se utilizan los lenguajes ontológicos. Las técnicas más extendidas que se emplean en estos lenguajes son las clásicas de Inteligencia Artificial. En función del mecanismo de representación, los lenguajes ontológicos más extendidos son los siguientes [DUQU06]:

- Frames + Lógica de primer orden: KIF, OCML, FLogic
- Frames +Lógica descriptiva: OIL, DAML+OIL
- Frames + Redes semánticas: RDF
- Frames: OKBC, SHOE, XOL, RDF
- Lógica descriptiva: LOOM, OWL

- Grafos conceptuales: OML/CKML

3.2.6 Clasificación de las ontologías

Facilitar el intercambio de información a través de métodos no propietarios mejora el servicio y contribuye a reducir los costes de la relación con los interlocutores, puesto que no se ven abocados a instalar o desarrollar sistemas y métodos propietarios para distintas alianzas en el mercado.

El mercado ya ha dado pasos en este sentido y se han desarrollado muchas iniciativas para el desarrollo de esquemas de interoperabilidad. Sin pretender hacer un análisis exhaustivo de estos esquemas, se destacan por sectores:

1. Sanitario. HL7
2. Químico/Farmacéutico. CML
3. Financiero. SWIFT, VisaXML, IFX, BIPS
4. Administración Pública. Ventanilla Única, Eurostat
5. Industria Química. CIDX
6. Industria Petrolífera. PIDX
7. Viajes/Turismo. OTA
8. Prensa/Publicitario. aXML
9. Construcción. aecXML, bcXML, gbXML
10. Curriculum Vitae. CVN
11. Negocios. ebXML, EDI, RosettaNet, cXML,
12. Generalistas. eCO, REA DublinCore, ebXML

Clasificando las ontologías de acuerdo con el alcance de su aplicabilidad [GUAR95], podemos encontrar:

- Ontologías de dominio: Describen un vocabulario relacionado con un dominio genérico.
- Ontologías de tareas o de técnicas básicas. Describen una tarea, actividad o artefacto.

- Ontologías de aplicación: Describen conceptos que dependen tanto de un dominio específico como de una tarea específica y, generalmente son una especialización de ambas.
- Ontologías generales: Describen conceptos más generales que no son específicos del dominio.

Otra clasificación se puede realizar en función de la granularidad de la conceptualización [HEIJ96]. Según este criterio las ontologías puede ser:

- Ontologías terminológicas. Especifican los términos que son usados para representar el conocimiento en el universo del discurso. Suelen ser usadas para unificar vocabulario en un campo determinado.
- Ontologías de información. Especifican la estructura de almacenamiento de bases de datos. Ofrecen un marco para el almacenamiento estandarizado de información.
- Ontologías de modelado de conocimiento. Especifican conceptualizaciones del conocimiento. Contienen una rica estructura interna y suelen estar ajustadas al uso particular del conocimiento que describen.

3.2.7 Herramientas para trabajar con ontologías

En los últimos años se han desarrollado un gran número de entornos para la construcción y uso de las ontologías.

Estas herramientas se pueden clasificar en las siguientes categorías [GOME02]

- Desarrollo de ontologías. Son herramientas para la creación, edición y documentación de una ontología. Algunas de las herramientas más relevantes son: Ontolingua, OntoStudio, Protege, Swoop, WebOde, WebOnto
- Evaluación de ontologías. Son herramientas de ayuda que aseguran que la definición de la ontología está completa. Algunas herramientas son: ONE-T, OntoClean

- Combinación de ontologías. Se utilizan para integrar ontologías en el mismo dominio. Las herramientas que se utilizan para este fin son: Chimaera, PROMPT, ODEMerge
- Almacenamiento y consulta de ontologías. Se utilizan para la gestión de las ontologías en estructuras de almacenamiento. Se basan en lenguajes para la consulta de ontologías como RDQL o SseRQL. Algunas herramientas son: Koware, Sesame, OWLIM
- Aprendizaje sobre ontologías. Son usadas para derivar ontologías a partir de textos en lenguaje natural de manera semi automática. Algunas herramientas son: KEA, TextToOnto

Merecen también una mención especial ontologías para describir la funcionalidad y características de servicios web: entradas y salidas, las condiciones necesarias para que se puedan ejecutar, los efectos que producen y los pasos a seguir para componer servicios.

Estas herramientas son:

- DOME. Es un entorno que proporciona la visualización, edición, combinación y mapeo de servicios con el entorno ORDI [DOME09]
- DIP. Es una suite integrada en Eclipse para la edición, mapeo y combinación de datos en la integración de servicios [DIP09]
- WSMO Studio. Proporciona un entorno de modelado integrado que soporta la visión de WSMO [WSMO09]

3.2.8 Arquitecturas de Grid

A pesar de la distancia, los problemas de interoperabilidad tienen una gran semejanza con los requisitos a los que se enfrentaban los desarrolladores de sistemas distribuidos para la investigación científica con necesidades de supercomputación. La supercomputación es posible uniendo las capacidades de computación de muchos ordenadores de tal forma que el usuario final tenga la impresión de estar interactuando con un solo ordenador. Los ordenadores que forman parte de este “meta-

ordenador” pueden estar localizados físicamente en un mismo sitio o estar dispersos geográficamente unidos por una red.

La clave consiste en disponer de una infraestructura común que represente una plataforma virtual de computación y proporcione un entorno para el desarrollo de aplicaciones específicas. Este concepto ha conducido al desarrollo de la tecnología Grid.

La tecnología Grid proporciona mecanismos para compartir y coordinar el uso de diversos recursos y así permitir la creación de sistemas virtuales de computación a partir de componentes distribuidos geográficamente que estén lo suficientemente integrados para proporcionar la calidad del servicio deseada [FOST04a].

La visión fundamental de los Grids es la de reunir a consumidores y proveedores, de tal forma que pueda modelarse la provisión de servicios de la misma forma que se hace con otras utilidades como el agua, la electricidad o el teléfono. Por ejemplo, al conectar un electrodoméstico a la red eléctrica el usuario no tiene que preocuparse de donde se encuentra la planta generadora o si tiene un enchufe estándar donde conectar la clavija. El usuario tampoco tiene que tener un generador eléctrico en su casa para tener electricidad y todas las cuestiones sobre donde se está generando la corriente o como se ha transportado dicha corriente hasta el enchufe, quedan ocultas: el usuario simplemente hace uso del servicio de electricidad.

Esta analogía intuitivamente da lugar a una visión de una infraestructura de recursos cuya propiedad es ostentada por individuos particulares o por instituciones, proporcionando servicios que son consumidos por otros individuos o instituciones. La idea es que cuando el usuario necesite un recurso pueda contratar un servicio y despreocuparse de cómo el servicio se está proporcionando.

El término Grid fue introducido por Ian Foster y Carl Kesselman a mediados de la década de los 90 para designar una propuesta de infraestructura de informática descentralizada para dar soporte a la investigación científica y la ingeniería avanzada [FOST04a]. Un Grid es un entorno de computación distribuido donde los recursos pueden ser privados y estar administrados independientemente, pero al mismo

tiempo poder usarse transparentemente más allá de los límites de la organización que lo administra.

Los primeros esfuerzos en el desarrollo de Grids comenzaron a finales de los 80 como proyectos para unir plataformas de supercomputación. En este entonces, esta aproximación era conocida con el término de metacomputación. A principios de los 90 comenzaron a surgir los primeros entornos de metacomputación. El objetivo específico de estos primeros proyectos era proporcionar recursos computacionales a aplicaciones que requerían sistemas de alto rendimiento.

Dos proyectos representativos de este tipo de tecnología fueron FAFNER (Factoring via Network-Enabled Recursion) e I-WAY [FOST96] (Information Wide Area Year). El objetivo específico de FAFNER era la factorización de grandes números enteros, mientras que I-WAY era un experimento de middleware para proporcionar un entorno de desarrollo (I-Soft) que permitiera la reserva de recursos y la creación de procesos de computación. Ambos tenían en común que su principal reto era proporcionar entornos de metacomputación aunque el tipo de recursos que ambos usaban eran completamente diferentes: mientras que FAFNER usaba estaciones de trabajo siendo un medio para captar pequeños recursos de computación, I-WAY se centraba en unificar recursos de centros de supercomputación (Intel Paragon, Cray T3D, Cray C90, IBM SP, SGI Challenge...) distribuidos en 17 estados de Norte América. Estos proyectos también tenían en común que abordaban una serie de problemas similares: gestión de recursos, interacción entre recursos y la gestión de datos remotos.

Todos estos problemas fueron resueltos con éxito, pero existían otros problemas a los que se debía enfrentar la tecnología: capacidad para manejar recursos heterogéneos, escalabilidad para utilizar los recursos que sean necesarios para resolver un problema en un tiempo finito y adaptabilidad para obtener el máximo rendimiento con los recursos disponibles [FOST04a].

Para abordar estos requisitos surge de forma natural la idea de Grid como un middleware que gestiona recursos y proporciona servicios que permiten acceder transparentemente a estos recursos. Estos servicios están orientados a desarrollar aplicaciones homogeneizando el acceso a

los recursos. En general, los tipos de servicios que se ofrecen son: localización y asignación de recursos, acceso a ficheros y documentos, información sobre el estado del sistema o de los recursos, y comunicación con los recursos [ROUR02]. Además, los Grids pueden proporcionar soporte a la seguridad y tolerancia a fallos.

3.2.9 Proyectos de Grid

Los proyectos más representativos de los Grids de esta generación son:

1. Globus [FOST97]. Globus proporciona una infraestructura que permite a las aplicaciones manejar recursos heterogéneos distribuidos como si fuera una máquina virtual. Es una consecuencia natural del proyecto I-WAY y actualmente sigue evolucionando hacia una arquitectura abierta de servicios de Grid (Open Grid Services Infrastructure, OGSi) [OGSI03].
2. Legion [GRIM97]. Es un metasistema orientado a objetos desarrollado en la Universidad de Virginia, basado en la idea de encapsular todos los recursos y componentes del sistema como objetos para sacar el máximo partido a cuestiones como la herencia o polimorfismo. El objetivo de Legion es proporcionar a los usuarios una infraestructura única integrada independiente de la localización física, idioma o sistema operativo.
3. Condor [COND07]. Es un paquete software para ejecutar trabajos en modo lotes en varias plataformas UNIX. Tiene servicios de localizaciones de recursos, asignación de trabajos y migración de procesos. Condor monitoriza la actividad de los recursos y les asigna trabajos dinámicamente.
4. Nimrod/G y GRACE [ABRA00]. Es un Grid basado en Globus que integra un gestor de recursos que es capaz de utilizar los recursos en función de sus capacidades, disponibilidad y coste. La principal característica es que se pueden integrar estrategias de optimización de costes.
5. SDSC GridPort Toolkit [THOM01]. Es un middleware basado en Globus para la creación de portales. Los portales construidos con GridPort permiten a los usuarios ejecutar código, manipular ficheros a través de una interfaz web.

En esta etapa, el concepto de Grid en realidad se usa como sinónimo de una infraestructura de computación distribuida y descentralizada: Grid Computing. Los Grids están formados por la agregación de recursos de computación y la funcionalidad que ofrece consiste en permitir a los usuarios enviar trabajos para ser computados. El funcionamiento del Grid consiste en gestionar un conjunto de recursos y una cola de trabajos pendientes de ser computados sobre dichos recursos.

No obstante, el uso de computación distribuida masiva es en realidad sólo una parte de las posibilidades que la tecnología de Grid ofrece. Las necesidades de los usuarios pueden ir más allá de la simple computación de datos para permitir, por ejemplo la automatización de las transacciones y flujos entre organizaciones. En los Grids de computación al usuario sólo se le proporcionan servicios de computación, pero la idea es que un Grid pueda proporcionar cualquier otro tipo de servicio.

La tecnología Grid ha surgido como resultado de la investigación y desarrollo pero aún continúa evolucionando.

3.2.10 Grids orientados a servicios

La orientación a servicios ayuda a simplificar la construcción de un sistema al encapsular detrás de una interfaz común diversas implementaciones, lo cual encaja perfectamente en la noción de Grid planteada. La orientación a servicios tiene la ventaja de ocultar los recursos con los que se configura una infraestructura TIC y transformarlos en servicios o, como Foster señala, permite la virtualización del recurso [FOST02a].

Esta visión, nos permite ver los recursos de una infraestructura TIC como virtuales, y seguir usando el concepto de recurso que tradicionalmente se ha usado en el contexto de los Grids. La orientación a servicios en los Grids tiene el potencial de dar soporte a la creación de un sistema virtual de computación, en el que las organizaciones cuenten con un soporte para decidir la materialización y configuración de sus recursos basados en servicios prestados por otras organizaciones.

La orientación de la tecnología Grid hacia las Arquitecturas Orientadas a Servicios [FOST02a] ha permitido abordar estas cuestiones. En este

sentido, en el año 2002 se publica OGSA (Open Grid Service Architecture) [FOST04b], un estándar que define un núcleo de interfaces estándares para servicios conocidos y proporciona un marco para definir otros servicios que sean portables e interoperables.

En OGSA se definen un conjunto de interfaces estándares llamadas OGSi (Open Grid Services Infrastructure) [FOST04b]. OGSi se centra en el ciclo de vida de un servicio (búsqueda, creación, destrucción, gestión del estado, gestión de fallos) y las interacciones entre servicios (agrupamiento de servicios, gestión de datos). OGSi basa las descripciones de interfaces en WSDL pero sin perder la posibilidad de que sean legibles por una persona. Un Servicio Web que cumpla con el estándar OGSi se llama Servicio Grid (Grid Service).

El desarrollo de las especificaciones técnicas de OGSA ha sido realizado dentro de la Globus Alliance [GLOB09] una comunidad en la que participa tanto de la industria como de la investigación orientando los esfuerzos de estandarización de la tecnología Grid.

Para ello, el Grid debe estandarizar los mecanismos de interacción con los recursos y hacer transparente la localización del recurso virtual. De forma general, un Grid debe cumplir con los siguientes requisitos [FOST01]:

1. Consistente. El Grid debe proporcionar un acceso a los recursos uniforme con el objeto de homogeneizar y facilitar la interacción. De esta forma, el cliente no tendrá que adaptar el acceso a los recursos en función del proveedor.
2. Interoperable. Se trata de poder usar cualquier recurso bajo demanda para lo que es necesario establecer mecanismos estándares de comunicación entre sistemas heterogéneos y permitir la interacción independientemente de la estructura del recurso.
3. Escalable. El concepto de Grid gira en torno a la idea de una infraestructura escalable en donde los recursos que requiere el sistema puedan ajustarse dinámicamente. Esto implica que no sea necesario rehacer las aplicaciones si la infraestructura del sistema cambia.

4. Generalizado (pervasive). Es una visión del futuro de las TIC en la cual el acceso a los recursos no esté limitado por la tecnología y por lo tanto los clientes puedan acceder de la forma más conveniente para ellos.
5. Económico (inexpensive). La posibilidad de ajustar dinámicamente los recursos que se requieren para el funcionamiento del sistema permite regular la inversión en TIC y establecerla en relación a los beneficios que produce dicha inversión (ROI).
6. Seguro. En un escenario crítico en el que las organizaciones utilizan el Grid para gestionar sus relaciones comerciales, es fundamental tener una política de seguridad y una gestión de la misma efectiva.
7. Fiable (dependable). La calidad de los servicios para la integración de organizaciones requiere una alta disponibilidad.

En términos funcionales, un requisito básico es que un Grid reúna a proveedores y consumidores de servicios, y a la vez permita al proveedor tener autonomía para gestionar sus recursos (site autonomy) y al cliente realizar una asignación dinámica de los recursos. El Grid es responsable de dar un acceso homogéneo a los recursos, gestionar la configuración de la infraestructura y ofrecer una interfaz para el desarrollo de aplicaciones sobre esta plataforma. El Grid actúa como un middleware mediando las interacciones entre la infraestructura y las aplicaciones.

En términos arquitectónicos, el Grid requiere una serie de componentes para proporcionar esta funcionalidad. La arquitectura genérica de un Grid propuesta por Foster organiza estos componentes en capas [FOST01] asignándole a cada capa una responsabilidad concreta como se muestra en la siguiente figura. Los componentes de cada capa tienen características comunes y están construidos sobre las funciones proporcionadas por los componentes de la capa inferior.

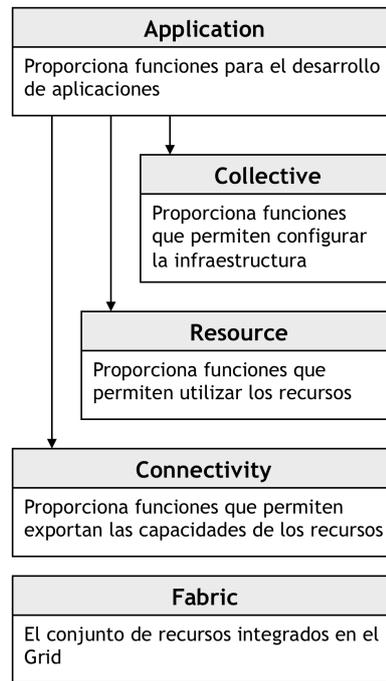


Figura 3-3. Arquitectura genérica de un Grid.

A continuación analizaremos las funciones principales de un Grid:

1. dar un acceso homogéneo a los recursos,
2. gestionar la configuración de la infraestructura en base a los servicios disponibles, y
3. ofrecer una interfaz para el desarrollo de aplicaciones sobre esta plataforma.

3.2.11 Acceso a los recursos

Una función general del Grid es proporcionar acceso a los recursos para ser usados de forma homogénea. En el modelo arquitectónico de Foster, esta función es implementada por las capas "Fabric", "Connectivity" y "Resource".

Los componentes de estas capas se encargan de aspectos de interacción con los recursos, seguridad, localización de recursos, planificación, iniciación de trabajos remotos, autenticación e identificación [FOST01]:

1. La capa “Fabric” se encarga de proporcionar los recursos que gestiona el Grid y de identificar los protocolos internos de estos recursos. Por ejemplo, si el recurso es un sistema de ficheros es necesario saber que se accede a los ficheros mediante FTP. Esta capa también se encarga de registrar la reserva y uso de los recursos, y debiera implementar mecanismos de investigación que permitan descubrir su estructura, estado y capacidades.
2. La capa “Connectivity” implementa los protocolos de comunicación y autenticación requeridos para realizar las transacciones con estos recursos en una red. Esta capa debe permitir comunicarse con los recursos (transport, routing and naming); interoperar con cualquier sistema de seguridad que esté implementado en el recurso (kerberos, certificados digitales...); registrar la identidad de los usuarios en los recursos; y permitir el posterior acceso a partir de un único registro y acceso al Grid.
3. La capa “Resource” proporciona un acceso uniforme a los recursos permitiendo por un lado buscar recursos y obtener información sobre la estructura y estado de un recurso concreto; y por otro lado permitiendo la gestión segura del recurso (negociación, registro de la identidad, autenticación, iniciación de un trabajo, planificación, monitorización, control, acceso a datos y contabilidad del uso del recurso).

3.2.12 Gestión de recursos

La gestión de recursos en el ámbito de la tecnología Grid se refiere a la coordinación de múltiples recursos para configurar la infraestructura TIC de una organización concreta. El aspecto más relevante de una infraestructura es cómo los diferentes recursos/servicios se integran y por lo tanto cómo se implementa la relación entre ellos.

Al orientar a servicios el sistema, la infraestructura es por si misma un producto que hay que desarrollar, identificando que servicios existen y

cómo están integrados. La infraestructura existe independientemente de los recursos con la que se construye finalmente y por lo tanto debe gestionarse independientemente.

La gestión de recursos, también puede dar soporte a otros problemas como difundir la disponibilidad de un recurso, estimar el estado de un recurso (teórica, predicción histórica o predicción con casos de prueba), medir la calidad del servicio o migrar trabajos de un recurso a otro [KRAU02].

En el modelo arquitectónico de Foster [FOST01], la capa “Collective” es la responsable de conformar una visión integrada de los recursos y definir las interacciones que se producen entre éstos, a diferencia de la capa “Resource” más orientada a resolver el acceso a los recursos individualmente. La capa “Collective” es la encargada de:

1. Mantener un directorio con todos los recursos disponibles para permitir la búsqueda activa de recursos. La búsqueda puede ser por nombre, atributos descriptivos, disponibilidad...
2. Planificar el uso de recursos e intermediar en la asignación del recurso más apropiado para llevar a cabo una tarea.
3. Monitorizar y diagnosticar el estado de los recursos: fallos, ataques o sobrecarga (overload)
4. Replicar datos, por ejemplo para maximizar el rendimiento de acceso o garantizar la disponibilidad.
5. Gestionar las cuentas de usuarios y contabilizar el uso de los recursos.
6. Gestionar la colaboración entre sistemas y usuarios a partir de la descripción de un proceso integrando sistemas de workflow o sistemas de orquestación.
7. Gestionar la política de uso de los recursos, por ejemplo limitando un uso excesivo de un recurso público.

La gestión tradicional de la infraestructura de los Grids está orientada a resolver problemas en los que una tarea se puede organizar y distribuir entre recursos. En esta visión, la gestión consiste en recoger peticiones para ejecutar tareas o trabajos y asignar recursos específicos a estas

peticiones de un pool de recursos a los que el usuario tiene permiso de acceso y que cumplan con las restricciones expresadas por el usuario [KRAU02].

Los conceptos en las que está basada esta visión tradicional son:

1. Recursos. Hardware y software que puede ser usado durante un periodo de tiempo. El recurso tiene dueño el cual puede cobrar a otros usuarios por usarlo.
2. Tareas. Son generadas por los usuarios y durante la ejecución se consumen recursos.
3. Trabajos. Entidades jerárquicas que pueden tener una estructura recursiva conteniendo otros trabajos y tareas. La forma más simple de un trabajo es conteniendo una sola tarea.
4. Programador de trabajos. Es el componente encargado de hacer la asignación de tareas a recursos en el tiempo. En todos los Grids la asignación de recursos a tareas se realiza automáticamente a partir de los requisitos asociados a la tarea.

Este modelo está muy enfocado a resolver problemas de computación y está muy limitado para abordar otro tipo de problemas. Para extender este modelo tradicional de gestión existen varias posibilidades:

- Convertir al Grid en un mercado de servicios.
- Permitir la composición de servicios en el Grid.
- Integrar las nociones de las arquitecturas orientada a servicios.

3.2.13 Interfaz para el desarrollo de aplicaciones

Los Grids proporcionan un entorno para el desarrollo de aplicaciones sobre una infraestructura TIC concreta. Al desarrollar una aplicación sobre un Grid, el desarrollador se puede abstraer de los recursos concretos con los que el sistema está construido.

Los Grids, al igual que los sistemas operativos, actúan como un middleware entre las aplicaciones y los recursos sobre los que funcionan. Es muy sugerente utilizar la analogía que existe entre los Grids y los sistemas operativos en cuanto a proponer una interfaz para el

desarrollo de aplicaciones. Por ejemplo, al desarrollar una aplicación que vaya a funcionar en un sistema operativo, el programador se puede abstraer totalmente de la configuración y utilización del disco duro utilizando los conceptos y funciones del sistema de ficheros que el sistema operativo le ofrece (fichero, directorio, tipos de fichero...). Además, la aplicación desarrollada es independiente del dispositivo concreto con el que fue programada y por lo tanto es fácilmente transportable a otros ordenadores.

El concepto de middleware en el Grid se refiere a un software que es común a muchas aplicaciones y que facilita el desarrollo de aplicaciones. Proporciona una interfaz abstracta que ofrece al desarrollador de aplicaciones una visión uniforme de los dispositivos y recursos disponibles. El middleware permite a los ingenieros de software usar y compartir transparentemente recursos distribuidos (ordenadores, datos, software, instrumentación) y proporciona aproximaciones arquitectónicas para desarrollar una nueva generación de aplicaciones. El middleware, al hacer transparente el uso de los recursos, proporciona consistencia, seguridad y privacidad, lo cual es esencial para el desarrollo de aplicaciones para Internet.

En la arquitectura de Foster [FOST01], esta función está soportada por la capa "Applications". Esta capa proporciona una API (Application Programming Interface) para proveer funciones basadas en los servicios que proporcionan las capas inferiores.

3.3 Groupware

Groupware trata genéricamente a la tecnología que da soporte al trabajo en grupo [JOHN82]. El objetivo es proporcionar un entorno configurado por diversas herramientas a los equipos de personas que necesitan trabajar colaborativamente, aunque no puedan estar físicamente juntas, bien en el tiempo o en el espacio.

El enfoque en el desarrollo del Groupware ha sufrido una evolución pasando de sistemas aislados e independientes que resolvían aspectos concretos del trabajo en grupo, a entornos que dan soporte integral a las

organizaciones. El reto es integrar las “islas de colaboración” que surgen cuando se utilizan sistemas de trabajo en grupo aislados, y de esta forma proporcionar al usuario un entorno unificado. Aunque esta última visión es la que nos interesa, es necesario también estudiar los sistemas aislados dado que revelan las oportunidades que el Groupware ofrece.

Precisamente, las definiciones de Groupware son diversas en función del enfoque que en cada momento ha tenido. Algunas de las que más habitualmente se enuncian son:

1. Procesos intencionales de grupos más el software para dar soporte a dichos procesos [JOHN82].
2. Software que soporta y aumenta el trabajo en grupo [GREE91].
3. Colaboración asistida por el ordenador que incrementa la productividad o funcionalidad de los procesos entre personas [COLE97].
4. Sistemas basados en ordenador que dan soporte a grupos de personas dedicadas a la misma tarea, es decir con un mismo objetivo, y que proporcionan una interfaz a un entorno compartido [ELLI91].

Desde una visión amplia, el Groupware se puede entender como aquella tecnología que da soporte al trabajo en grupo. Sería correcto incluir dentro esta visión del Groupware a dispositivos hardware como un cañón proyector dado que permite reunir a un grupo en torno a una presentación. Es cierto que estas herramientas aportan mecanismos para el trabajo en grupo, pero no desde una visión sistémica en la que el Groupware esté embebido en la propia organización. Por ello, desde una perspectiva organizacional, nos interesa ver el Groupware más como un sistema integral en el que se organizan los elementos tecnológicos necesarios para dar soporte a las tareas que debe realizar la organización. De todas las definiciones enunciadas, probablemente sea la última la que mejor refleja esta visión del Groupware.

Desde esta visión sistémica orientada a las organizaciones, cobra importancia explorar el potencial de estas tecnologías para mejorar la efectividad de las organizaciones.

Son diversos los autores que han analizado la introducción de herramientas Groupware en las organizaciones desde variados puntos de vista [ORLI92] [FITZ98] [GRUD88], y en general se observa que el Groupware no cambia la forma en que la gente piensa o actúa [ORLI92] pero si se ha constatado que la adopción de nuevas herramientas Groupware [PERI91] fomenta la reestructuración de la organización. Como consecuencia de la adopción de una nueva estructura organizacional, se requieren nuevas herramientas de trabajo en grupo o se demanda que las herramientas actuales sean más flexibles. Este proceso de cambio es cíclico y lo que aún no sabemos es si el proceso tenderá a la estabilización en algún punto en el futuro o por el contrario y por la propia naturaleza del problema éste se mantendrá en continúa evolución. Creemos que sería deseable que en el futuro tienda a algún tipo de equilibrio y que probablemente estemos asistiendo a una transformación evolutiva en la forma de concebir a las organizaciones como consecuencia de integrar las tecnologías de la información.

Como resultado de esta evolución, se espera una gran expansión del Groupware produciendo el consiguiente impacto en la estructura de las organizaciones y en la manera en que los usuarios manejarán los ordenadores. La dirección de los cambios apunta en las siguientes direcciones:

- Facilitando la creación de equipos y procesos en red, permitiendo a los individuos tener conciencia (awareness) del trabajo que realizan otros participantes .
- Manteniendo comunicados a todos los integrantes de una corporación, sin importar barreras geográficas o de tiempo.
- Habilitando nuevas formas de interacción que involucren a varios usuarios.
- Dando soporte a equipos con diferentes grados de estabilidad.
- Ayudando a eliminar burocracia y a aplanar la estructura jerárquica de las organizaciones. Al aplanar la estructura jerárquica, el conocimiento estratégico pasa a estar en posesión de la organización y no en manos de las estructuras intermedias.
- Ahorrando tiempo y costes en la coordinación de grupos de trabajo.

- Permitiendo a la organización capitalizar conocimientos, experiencias, creatividad e iniciativa de los individuos.

3.3.1 Tipos de Groupware

Uno de los grandes beneficios que aportan los sistemas de Groupware es que ayudan a romper las barreras espacio-temporales ya que los agentes pueden trabajar en tiempos diferentes y en espacios distintos. Suponemos que por esa razón, tradicionalmente se han clasificado los sistemas en función de la capacidad para dar soporte al trabajo en términos de las dimensiones de tiempo y espacio [ELLI91].

	Mismo tiempo	Diferente tiempo
Mismo lugar	Interacción síncrona local Pizarras electrónicas, Equipos audiovisuales, Software para presentaciones.	Interacción asíncrona local Buzones de correo, foros, gestión documental.
Diferente lugar	Interacción síncrona distribuida Chat, Video-conferencia, Escritorios compartidos.	Interacción asíncrona distribuida Correo electrónico, foros, flujo de trabajo

Figura 3-4. Tipos de Groupware

No obstante, esta clasificación desde el punto de vista de un gestor es poco interesante. El análisis en términos de espacio y tiempo no es más que un análisis externo y no ayuda a explicar la riqueza del impacto en la actividad de una organización.

Desde un punto de vista organizacional, creemos que las variables canónicas que mejor reflejan la realidad de una organización y que expresan mejor su propia actividad son las necesidades de interacción. Por otro lado, y desde un punto de vista tecnológico, el análisis puede realizarse en estos mismos términos, ya que en el fondo una herramienta Groupware concreta no es más que una combinación particular de modos de interacción [GRUD97].

Por ello, utilizaremos como criterio de clasificación del Groupware los mecanismos de interacción que proporcionan los sistemas para el trabajo en grupo [COLE97] [ANDR03], [MUNK03]. Esta clasificación es más útil ya que permite presentar las necesidades de los usuarios resueltas con mecanismos concretos.

Sistemas para la comunicación

Este tipo de sistemas permiten la comunicación interpersonal a través de texto, audio y video.

El correo electrónico entra dentro de esta categoría y es prácticamente la primera herramienta generalmente adoptada por cualquier organización. Cambia la estructura social de la organización permitiendo a participar a personas con bajos niveles de decisión. No sólo se utiliza como herramienta de comunicación sino que también como recordatorio, agenda o incluso archivador de documentos.

Otros sistemas en esta categoría son: la mensajería instantánea, el chat, los foros o los sistemas de videoconferencia. Se introducen muy fácilmente y los usuarios llegan a percibir la interacción a través de estos sistemas de manera tan gratificante como una conversación real aportando valor añadido al dar la posibilidad de almacenar la conversación para posteriores revisiones.

Sistemas para compartir información

Se utilizan para la creación y manipulación de objetos compartidos. Los sistemas que clasificamos en esta categoría son: websites, sistemas de gestión documental (document management systems) o sistemas peer-to-peer.

De todos estos sistemas nos gustaría destacar los sistemas peer-to-peer dado que han supuesto una auténtica revolución social como mecanismo para compartir y distribuir información entre personas. Aún así no ha llegado masivamente a las organizaciones.

Sistemas para reuniones

En esta categoría encontramos sistemas que hacen que las reuniones sean posibles o más efectivas. Podemos distinguir los siguientes tipos de sistemas de reuniones:

- Conferencias en diferido: Blackboards, Bulletin boards, news groups, wiki
- Conferencias en tiempo real: video, basados en Web
- Sistemas de apoyo a las reuniones: MS PowerPoint, IBM Lotus SameTime, Proyector, Salas de reuniones electrónicas

Sistemas para la cooperación

En este tipo de sistemas, dos o más usuarios pueden cooperar para realizar una tarea común. Podemos distinguir dos tipos de sistemas: edición cooperativa y escritorios compartidos. Estos sistemas, a pesar de dar soporte más directamente al trabajo en grupo, no tienen aún el impacto de otros sistemas.

Sistemas para la coordinación

Este tipo de sistemas sirven para gestionar las dependencias entre los agentes participantes, sus actividades y la información que necesitan para realizar estas tareas. Encontramos los siguientes tipos: calendarios de grupo y sistemas de gestión del flujo de trabajo (workflow).

Forman parte de la estructura de muchas organizaciones apareciendo como consecuencia de una reingeniería de la organización con el objeto de ganar en productividad y automatizar los trabajos rutinarios. Permiten analizar el trabajo de cada persona o del grupo en general aunque en algunas ocasiones puedan ser demasiado rígidos.

Sistemas para el encuentro social

Se trata de permitir a personas geográficamente distantes encontrarse casualmente, tal y como sucede en la realidad. Permiten saber qué personas están presentes, que están haciendo o si están disponibles. Permiten la privacidad y cooperar en la elaboración de una actividad.

Dentro de esta categoría encontramos sistemas como mensajería instantánea, foros, MUDs, B2B, Marketplaces, Sistemas de subastas o Media Spaces. Los Media Spaces son sistemas multimedia en las que se pueden usar cámaras y otros dispositivos para ofrecer canales alternativos de interacción.

3.3.2 Groupware como área de investigación

Todos los sistemas Groupware surgen como consecuencia de un proceso puramente tecnológico en el que se analizan las necesidades de un grupo, se proyecta una solución en la que se integran diversas tecnologías, se construye y se valida en el contexto del problema que resuelven.

Entendemos que cuando hablamos de Groupware, en realidad estamos examinando un dominio tecnológico que se enriquece de áreas de investigación de carácter científico. Estas áreas, que nos ayudan a delimitar el marco de investigación y avanzar en el desarrollo de esta tecnología, son las siguientes:

- “Computer-Supported Collaborative Work” o “Collaborative computing”.
- “Computer Mediated Communication”
- “Human computer interaction”

CSCW. Computer-Supported Collaborative Work

CSCW es un término acuñado por Iren Greif del MIT y Paul Cashman de DEC en un workshow organizado en 1984 para gente interesada en como las personas trabajan en grupo.

Actualmente, CSCW es una disciplina bajo la que investigadores de diversas especialidades contribuyen con diferentes visiones. La naturaleza del CSCW es actualmente objeto de debate y es difícil encontrar una única visión [BANN93].

Hay muchas perspectivas del CSCW, y cada una de ellas con diferentes consecuencias para el desarrollo de esta disciplina:

1. CSCW como un campo de investigación centrado en el papel de los ordenadores en el trabajo en grupo [GRUD94] [GREI88].
2. CSCW como un campo de investigación para entender la naturaleza y los requisitos del trabajo cooperativo con el objetivo de diseñar las tecnologías que lo soporte[BUBA01].

3. CSCW como un cambio de paradigma, en la manera de pensar y diseñar los sistemas de trabajo en grupo, más que un campo distinto de investigación [HUGH91].
4. CSCW como software [JOHA88], simplemente como un sinónimo de Groupware.

Sin embargo, y en base al propósito de este trabajo, adoptamos la visión de Greenberg, que es una combinación entre la primera y segunda visión: campo de investigación sobre cómo la gente trabaja en equipo y cómo la tecnología contribuye en el comportamiento del grupo [GREE91]. Esta visión nos permite ver el CSCW como la disciplina científica que motiva y valida el diseño de Groupware.

La investigación en CSCW proporciona el conocimiento necesario para comprender como funciona los grupos y las cuestiones organizacionales que podrían ayudar al desarrollo del Groupware.

CMC. Computer Mediated Communication

CMC es un dominio científico interdisciplinar que analiza los fenómenos que surgen del uso de los nuevos medios en la comunicación humana. CMC implica intercambio de información en diversos formatos (audio, video y/o texto) que son transmitidos y controlados por las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

Las investigaciones en este campo demuestran la factibilidad de la colaboración de los grupos de trabajo usando las TIC y sugiere pautas en cuanto a como puede mejorarse esta colaboración. En algunas tareas, CMC ha demostrado ser muy efectiva y, aún más eficiente cuando se combina con la comunicación cara a cara (Face-to-Face, FtF) [BUBA01]. En determinadas circunstancias, estos nuevos medios de comunicación han conseguido que gente que nunca se ha visto, se comuniquen con más afecto, se caigan mejor y trabajen más coordinados que personas que trabajan compartiendo un mismo entorno físico [JOHA88].

Las aproximaciones al estudio del CMC son variadas y están relacionadas con la investigación sociológica: comunicación interpersonal, comunicación entre grupos y comunicación de masas. Se han desarrollado muchas teorías en este campo [BUBA01], algunas de las cuales se enuncian a continuación:

- Teoría de la presencia social. La sensación de experiencia de la presencia social de las personas con las que nos comunicamos está directamente relacionada con la calidad del medio de comunicación. La comunicación cara a cara posee el mayor nivel, mientras que en CMC es considerablemente más baja [SHOR76]
- Teoría de la riqueza de los medios de comunicación. La transmisión de información en “medios ricos”, permite muchos tipos de realimentación por lo que esta realimentación debe ser instantánea y debe permitir mayor interactividad. La riqueza de un medio por su rapidez, grado de interactividad y completitud (grado por el cual un medio puede transmitir información no verbal) [DAFT86]
- Gestión de las impresiones. Está relacionado con las tácticas que emplean las personas para presentarse socialmente de la manera que ellos consideran más apropiada. CMC facilita a las personas tener una o más ciberidentidades que pueden ser sustancialmente diferentes de la identidad real [WALL99]
- Comunicación hiperpersonal. Se refiere a aquella comunicación que el usuario percibe como más personal a pesar de realizarse en un entorno de comunicación deficiente (idealización del emisor del mensaje, realimentación positiva...). La comunicación impersonal es justamente lo contrario e indica un tipo de comunicación con un nivel de interacción social muy bajo [WALT96]
- Coherencia de la interacción. La falta de realimentación simultánea y la interrupción de adyacencia son problemas que existen en la gestión de la interacción [HERR99]
- Teoría del uso y gratificación. La gente utiliza los medios para satisfacer alguna necesidad o deseo, cada medio de comunicación ofrece diferentes oportunidades de gratificación [BLUM74]

HCI. Human Computer Interaction

Human-Computer Interaction (HCI) es una disciplina con dos vertientes claramente diferenciadas:

1. Es una ingeniería en la que se establecen los métodos de diseño, implementación y evaluación de las interfaces de usuario.
2. Es una ciencia interesada en el estudio de los fenómenos relacionados con el uso de las interfaces de usuario por el hombre.

La interfaz de usuario es la parte del sistema directamente expuesta al usuario y con la que interactúa. Un diseño adecuado de la interfaz de usuario es fundamental para la comprensión y uso del sistema por parte del usuario.

Como Ingeniería, HCI se ocupa de un conjunto variado de tópicos que incluyen:

1. Tecnologías. Interfaces de usuario gráficas (Graphical User Interfaces, GUI), arquitecturas software, dispositivos de entrada/salida, reconocimiento del habla y de imágenes...
2. Métodos de análisis de tareas.
3. Métodos de diseño de interfaces: diseño de la interacción, diseño centrado en el usuario, diseño participativo, diseño basado en tareas...
4. Calidad y evaluación de las interfaces. Medidas de la calidad, métodos de observación y evaluación.
5. Métodos de prueba de la usabilidad. Medida de cómo la gente usa realmente un sistema para un propósito concreto. Si los usuarios tienen dificultad para comprender las instrucciones, manipular componentes o interpretar la realimentación, los diseñadores deben volver a rediseñar el producto. Hay diferentes formas de medir la usabilidad: evaluación heurística, laboratorios de usabilidad.
6. Guías de accesibilidad. Normalmente enfocada a personas con discapacidad visual (total o parcial), minusválidas motrices y personas mayores. Existen guías de accesibilidad editadas para

hacer “diseño para todos” y romper las barreras tecnológicas que impiden a los minusválidos utilizar los ordenadores.

Por otro lado, la investigación en HCI ha tenido las influencias de dos disciplinas científicas:

1. La ciencia cognitiva, estudiando los procesos mentales que rigen el comportamiento humano: cognición, percepción, límites sensoriales, aprendizaje, memoria y resolución de problemas. Cada uno de estos procesos es un factor a estudiar en las interfaces de usuario. El paradigma dominante es esta disciplina es considerar al ser humano como procesador de información.
2. La ergonomía que se encarga de estudiar como el diseño de los productos afecta a la gente. La ergonomía es la ciencia que se encarga de la antropometría y del estudio de las capacidades y limitaciones del ser humano.

3.3.3 Implantación del Groupware

A medida que el Groupware se vaya introduciendo progresivamente en la infraestructura de las organizaciones, se hará necesario conocer los factores que determinan una implantación efectiva de esta tecnología [PERI91] [ORLI92]. Es importante tratar de comprender en qué circunstancias el Groupware funciona eficazmente en las organizaciones para tener elementos de análisis y decisión.

En general, la introducción de una tecnología que anticipa beneficios sustanciales en una organización requiere un cambio organizacional para que la implantación tenga éxito: hacer reingeniería de la organización y rediseñar los flujos de trabajo, transmitir y sensibilizar a la organización de los beneficios a largo plazo, impartir formación y dar soporte a los usuarios en las etapas iniciales. Estos factores de riesgo ya son conocidos por los ingenieros de sistemas en la implantación de sistemas informáticos en las organizaciones (MIS).

Pero, existen otros problemas de índole social que aparecen en este proceso [GRUD94] [GRUD88] [FITZ98]:

1. La disparidad entre quien hace el trabajo y quien obtiene el beneficio. Una aplicación Groupware producirá un beneficio colectivo, pero algunos usuarios tendrán que esforzarse más que otros.
2. La pérdida de conciencia de quienes están trabajando en un momento dado o del trabajo concreto que están realizando otros trabajadores. En un entorno real esta conciencia de grupo es fundamental para coordinar, para cohesionar el grupo o incluso aprender a realizar una tarea.
3. El problema de la masa crítica que significa que los usuarios no utilizan un sistema con un número insuficiente de usuarios.

El éxito implantando el Groupware en las organizaciones está ligado a una nueva cultura de uso de las TIC y de nuevas modalidades de trabajo. Un aspecto central en la aplicación del Groupware es asegurar que los usuarios tienen una adecuada comprensión de la tecnología y que la perciban como una herramienta colectiva no como una herramienta personal [ORLI92]. La introducción de estas herramientas se hace con fases previas de entrenamiento y fomento de la participación porque estas nuevas formas de trabajo deben estar basadas en la comprensión de los objetivos del grupo y la implicación de los participantes [BARD98].

Desde una visión científica, existen algunas teorías relacionadas con la sociología y la teoría de la organización que han tratado de encontrar explicaciones sobre la efectividad en la aplicación del Groupware en determinadas circunstancias y generalizarlas a otras situaciones. Algunas de estas teorías son:

- Teoría de la contingencia [MINT83] [MORG86]. Explica el porqué determinadas estructuras organizativas son más adecuadas a la hora de adoptar una aplicación Groupware concreta.
- Teoría de la estructuración [GIDD84]. Trasladada al Groupware con el nombre de Teoría de la Estructuración Adaptativa [DESA94b], trata de explicar como las nuevas estructuras sociales provocadas por el Groupware afectan a la interacción entre las personas del Grupo.

- Teoría de la acción [STRA85]. Está orientada al estudio de cómo funciona el trabajo cooperativo y ayuda a explicar como el Groupware debería gestionar el trabajo individual de los usuarios.

Estamos de acuerdo con la idea de que los logros en la adopción de un Groupware [DESA94b] no están determinados por los efectos individuales de factores como formas de comunicación, tamaño del grupo, tipos de tareas [DESA87] [MCGR84], sino por un proceso continuo en el que el grupo se va apropiando de estos elementos.

También creemos, a partir de la experiencia directa con los usuarios, que un factor influyente y decisivo al implantar el Groupware es la motivación de los usuarios. La motivación es fundamental para la participación activa de los usuarios y en consecuencia para la formación del grupo. Cada usuario asume un grado de implicación y compromiso en función de su percepción de los objetivos del grupo y de la importancia de su contribución, amén de otras motivaciones relacionadas con sus valores e intereses personales.

No obstante, desde la perspectiva de la ingeniería nos interesan más los problemas relacionados con cuestiones metodológicas. Estos problemas apuntan al vacío existente entre la tecnología actual y los requisitos que tienen los grupos de trabajo [ACKE00] [GRUD94]:

1. La dificultad para crear tecnología cuando la actividad a la que debe dar soporte está en continuo cambio. Pequeños cambios o matices en la actividad puede requerir un cambio drástico en las herramientas.
2. La dificultad para conciliar los requisitos de una herramienta cuando los trabajadores tienen diferentes objetivos, algunos de ellos ocultos.
3. La presencia de excepciones al procedimiento "normal" de trabajo. Algunas veces la gestión de excepciones supone una gran parte del trabajo de una organización y las herramientas no son lo suficientemente flexibles para tratar estas situaciones.
4. La desconexión entre usuarios y desarrolladores que pueda ocasionar una desviación de la utilidad del sistema. Los usuarios

deben estar involucrados en la evolución del sistema para que se vaya adaptando a sus necesidades progresivamente.

Muchos proyectos de software demuestran que existe una laguna entre lo que necesitan las organizaciones y lo que realmente la tecnología ofrece a los usuarios. Es muy difícil conciliar en el desarrollo y explotación de un sistema todos estos factores y en ocasiones los diseñadores deben sacrificar requisitos para proporcionar una solución efectiva. Por ello, desde un punto de vista metodológico, nos interesa estudiar experiencias en los que el Groupware haya sido aplicado y evaluado, para trasladar los resultados a otros contextos. Hemos seleccionado dos áreas en las que la implantación de tecnologías de trabajo en grupo ha tenido éxito: el desarrollo de software y la Teleformación.

4 Visión

Este trabajo es el resultado de una larga tarea de investigación en la búsqueda de una solución a las cuestiones de modelado e interoperabilidad organizacional. El resultado de la investigación es una nueva aproximación a estas cuestiones que se materializa en unos mecanismos que permiten la ingeniería dirigida por modelos. A su vez, estos mecanismos de modelado se han implementado en Monet, una plataforma software orientada a desarrollar sistemas de información personalizados en las pequeñas organizaciones.

La solución que se propone no sólo ayudará al desarrollo de la infraestructura tecnológica que da soporte al sistema de información, sino también al replanteamiento del funcionamiento de la organización para mejorar la gestión de los procesos, gestionar eficazmente el conocimiento, cooperar con otras organizaciones de forma flexible y simplificar las tareas diarias que deben llevar a cabo los trabajadores dentro de las organizaciones.

El reto es afrontar la problemática que de forma común tienen todas las organizaciones y en especial las más pequeñas en forma de las siguientes necesidades:

1. Adaptación plena de la infraestructura tecnológica al negocio con una calidad de servicio análoga a la que pueden optar las grandes organizaciones.
2. Aportar estrategias que aseguren la alineación estratégica de los modelos de negocio con los modelos operacionales y tecnológicos.
3. Flexibilidad de transformación de los procesos ante posibles cambios, tanto tecnológicos como de la propia estrategia de negocio, que se produzcan como consecuencia de nuevas oportunidades en el mercado.

4. Soporte a los procesos internos del negocio e integración en ellos de operaciones que se desarrollen con negocios externos.
5. Reducción de costes y riesgos de implantación del sistema de información entre los usuarios ofreciendo sistemas fáciles de usar.
6. Soporte a la interoperabilidad digital para que las organizaciones puedan integrarse con otras aplicaciones que convivan en su infraestructura tecnológica, así como cooperar y colaborar con otras organizaciones.
7. Ajuste del esfuerzo económico a realizar con la dimensión económica de la organización y acorde con los posibles retornos de la inversión que realicen en TIC.

Las pequeñas organizaciones, como hemos expresado en capítulos anteriores, no tienen la capacidad para abordar esta problemática y, por tanto, el objetivo es contribuir en este trabajo de investigación con una solución que ayude a cumplir con estos requisitos, buscando respuestas innovadoras a los problemas de flexibilidad, seguridad, interoperabilidad, escalabilidad y fiabilidad.

La solución que se propone permite una nueva orientación a la Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE) en la que una herramienta de modelado de negocios será la base para llevar a cabo el proceso de desarrollo. La motivación para elegir esta aproximación al desarrollo de sistemas de información [ATKI03] es mejorar la productividad e incrementar el retorno de inversión que deriva de un esfuerzo de desarrollo.

La parte esencial de la visión de este trabajo es:

- desde un punto de vista tecnológico, dar respuesta a la cuestión de cómo realizar una combinación adecuada del modelado de negocio al nivel de abstracción de la organización con un soporte a la interoperabilidad basado en servicios.
- desde un punto de vista organizacional, realizar una investigación que suministre soluciones tecnológicas que integren modelado de negocios, arquitecturas orientadas a

servicios e interoperabilidad y que los resultados estén disponibles para cualquier organización de una forma simple y a un precio asequible, a la vez que se introduzcan innovaciones en la forma de gestionar la organización.

4.1 Metodología de investigación

La metodología es parte del proceso de investigación sistematizando la forma de llevarla a cabo. En la concepción de una metodología es necesario realizar una selección de técnicas y métodos concretos en función de las necesidades que tenga el investigador para analizar la realidad estudiada.

En un trabajo de esta naturaleza, cuyo objetivo es generar nuevas soluciones para problemas comunes a pequeñas organizaciones, se precisa una metodología basada en un alto componente experimental que permita ofrecer propuestas útiles a las organizaciones. La solución que se ha investigado ha estado en constante cambio evolutivo, partiendo siempre de casos correspondientes a diferentes organizaciones, que nos determinan las necesidades específicas a cubrir. Así, el trabajo de investigación ha sido un proceso de refinamiento continuo en el que progresivamente se mejoraba la solución a medida que las necesidades de las organizaciones iban aflorando.

Para abordar este trabajo se ha seguido un método de investigación iterativo e incremental, en el que el propio trabajo experimental ayuda a definir el problema de la investigación. Un método iterativo incremental acepta que la realidad no es conocida completamente y que por tanto el problema no se puede definir completamente desde el principio.

Esta metodología de investigación se transporta de las metodologías de desarrollo de software en la que se plantea el desarrollo de sistemas software de forma evolutiva [GILB81][GILB85], permitiendo al desarrollador aprovechar el conocimiento que se va adquiriendo durante el propio desarrollo y el uso del sistema [BECK01] [BECK02].

Haciendo el desarrollo de esta forma, hay más tiempo para conocer las incertidumbres del proyecto. Hay tres tipos de proyectos en función de la incertidumbre presente [LEHM80]:

- S. Se conoce el problema y la solución
- P. Se conoce el problema pero no la solución
- E. No se conoce el problema ni la solución

Las estrategias lineales se pueden emplear cuando la incertidumbre es nula o despreciable, pero deben utilizarse estrategias cíclicas o experimentales cuando existe incertidumbre.

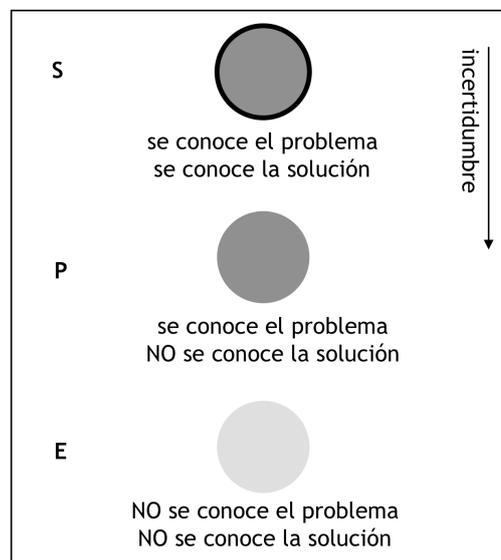


Figura 4-1. Clasificación de los proyectos según la incertidumbre

En este trabajo, nos hemos encontrado con un problema que no se conocía del todo y en el que además la solución tenía que descubrirse. Por tanto, se ha optado por una metodología en la que se han realizado varios ciclos cortos y continuos de definición de hipótesis, desarrollo y validación experimental. Este enfoque metodológico brinda la oportunidad de que las hipótesis se definen a medida que se adquiere la experiencia en el dominio de las organizaciones reales tomadas como ejemplares de experimentación.

Éste es un proceso continuo orientado a la experimentación en el que cada uno de los ciclos que se ejecutan, involucra el siguiente conjunto de fases:

1. Exploración. En esta fase se analiza el funcionamiento de la organización con el objetivo de identificar necesidades desde el punto de vista del sistema de información. En el caso de detectar algún requisito no previsto en la plataforma, se daría comienzo a un nuevo ciclo de actualización.
2. Conceptualización. El objetivo es definir la visión del trabajo concluyendo qué nuevos requisitos de modelado o funcionales son necesarios introducir. Es muy importante abstraerse de los requisitos concretos de una organización para que la solución que se adopte posteriormente pueda ser común a varias organizaciones.
3. Definición. Se establecen los mecanismos de modelado que den soporte a los requisitos identificados en la fase anterior. Se proyecta un diseño detallado sobre la arquitectura de la plataforma y se contrasta con las necesidades identificadas en la fase anterior con el objetivo de hacer una validación previa a la implementación.
4. Implementación. Dedicada al desarrollo de la plataforma software que permite la explotación de modelos. La plataforma software ha sido un requisito metodológico en este trabajo para validar experimentalmente la aproximación al modelado propuesta.
5. Experimentación. Se llevan a cabo una serie de proyectos de implantación de sistemas de información en diversas organizaciones. La realización de estos proyectos implica la ingeniería de modelos de sistemas de información y permite analizar los resultados y validar la nueva aproximación.

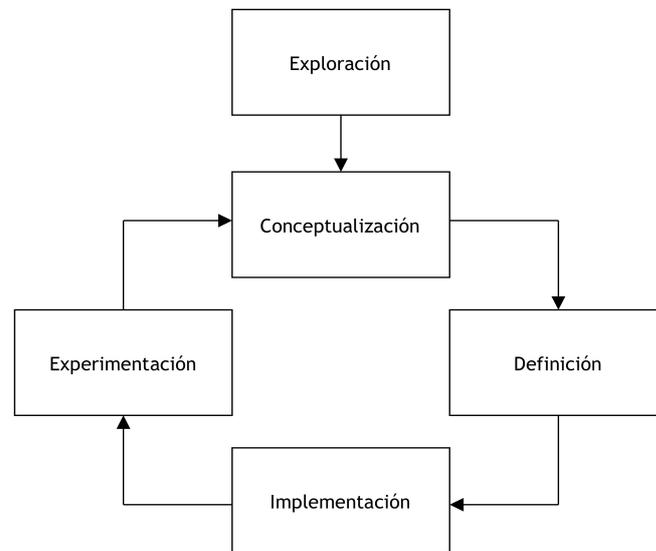


Figura 4-2. Metodología del trabajo de investigación

Cada uno de estos ciclos puede considerarse como un pequeño proyecto de investigación durante el cual:

1. se detecta un problema a partir de la observación de la realidad (exploración)
2. se define el problema (conceptualización)
3. se plantea una hipótesis de trabajo para resolver el problema identificado (definición)
4. se definen y construyen las herramientas para la experimentación (implementación)
5. se realiza el experimento y se valida la hipótesis (experimentación)

Hay que resaltar que este trabajo no ha sido exclusivamente una investigación de laboratorio ya que, dadas las condiciones del tipo de problema que se está abordando, ha sido necesaria efectuar su validación en entornos reales.

Desde un punto de vista de la metodología de investigación, la experimentación en entornos reales posibilita la contrastación ecológica a las propuestas y por consiguiente permite alcanzar una gran solidez en la validación. Así, si el sistema de información sobrevive a la puesta en

producción y da el servicio que se exige con la calidad requerida, se contrasta mejor la hipótesis y el resultado es, evidentemente, más consistente que con una validación de laboratorio.

Además, hacer una puesta en producción en un entorno real cuenta con la ventaja de incrementar las posibilidades de convertirse en una solución transferible a la industria, con el consiguiente valor de tecnología con potencial para la innovación en las empresas.

4.2 Orientación de la solución

Para apoyar los procesos de negocio en las organizaciones, el diseño de la solución se apoya en tres ideas fundamentales: desarrollo basado en modelos de negocio, interoperabilidad con aplicaciones externas e interoperabilidad con otras organizaciones.

4.2.1 Desarrollo basado en modelos de negocio

La construcción de software se enfrenta a continuos cambios en las tecnologías de implementación, lo que implica realizar esfuerzos importantes en: el diseño de la aplicación, en la integración de las diferentes tecnologías que van apareciendo y en el mantenimiento mediante el cual se adapta la aplicación a cambios en la organización y en las tecnologías.

El desarrollo basado en modelos proporciona una solución para los cambios de negocio y de tecnología permitiendo construir aplicaciones independientes de la plataforma. Durante el desarrollo se generan modelos en los que se recoge la lógica del dominio del problema sin considerar detalles tecnológicos. Posteriormente estos modelos pueden transformarse o interpretarse para su ejecución en plataformas específicas.

El principio fundamental sobre el que se plantea esta investigación es el uso de modelos como descripciones que permitan construir los sistemas de información y dar soporte a todo el ciclo de vida de desarrollo. Los modelos de negocio son considerados, no sólo como documentos en los

que se recogen las especificaciones de análisis de un producto software, sino también como artefactos para el desarrollo. Al realizar el desarrollo directamente sobre estos modelos se hace posible que los ingenieros puedan trabajar a niveles de abstracción mayores durante el proceso de desarrollo.

Esto facilita y ordena enormemente el trabajo, ya que permite a los ingenieros concentrarse en el espacio del problema abstrayéndose de tener que resolver las proyecciones tecnológicas. Ello les obligaría a saltar continuamente entre los dos dominios de abstracción, el de negocio y el tecnológico. Además, ésta resulta una estrategia muy útil para aliviar la complejidad del desarrollo de software, acelerar los tiempos de desarrollo y aumentar de forma drástica la productividad de los ingenieros.

Esta aproximación al desarrollo de software se llama ingeniería dirigida por modelos (Model Driven Engineering, MDE). Con ella se pretende el desarrollo de software a partir de modelos específicos de un dominio [SCHM06]. Al igual que sucedió con los lenguajes de programación, la ingeniería dirigida por modelos supone un nuevo paso para aumentar el nivel de abstracción y la automatización.

Los modelos en este contexto son independientes de la plataforma de ejecución del software, lo que permite desacoplar a la organización de la tecnología subyacente y proteger a las organizaciones de cambios en la tecnología. Además facilita que las organizaciones puedan reimplantar sus sistemas en diferentes plataformas.

OMG (Object Management Group) ha desarrollado un conjunto de estándares llamados MDA (Model Driven Architecture) [MILL01], constituyéndose en las bases de facto para esta aproximación al desarrollo de software. El proceso según MDA, consiste en transformar modelos independientes de los detalles de implementación (modelo PIM) en otros que aportan los aspectos específicos de una plataforma concreta (modelo PSM), hasta llegar al modelo final, esto es el código fuente (Java, C#).

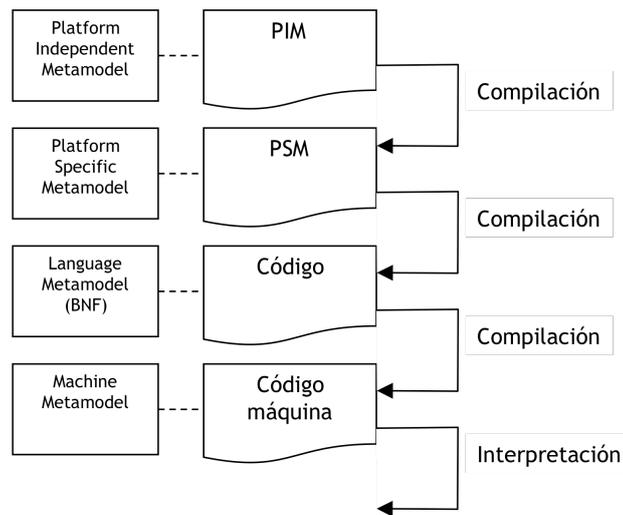


Figura 4-3. Proceso de transformaciones en MDA

El proceso de desarrollo en MDA está basado en un esquema de compilaciones sucesivas por el que, partiendo de un nivel de abstracción muy alto, se va transformando los modelos iniciales en modelos más detallados. Este esquema de compilaciones sucesivas permite que se pueda introducir lógica del negocio en los productos intermedios. Si el modelo de negocio inicial no describe completamente el negocio, este esquema de compilaciones permite al programador introducir código donde lo necesite. En cierto modo, se asemeja bastante a lo que es un generador de código, que a partir de un lenguaje de 4ª generación (4GL) generan código en lenguajes de 3ª generación (3GL).

Este trabajo se fundamenta en una nueva propuesta a la ingeniería dirigida por modelos diferente a la que se propone en MDA. Se propone abordar el desarrollo basado en modelos mediante la interpretación de los modelos para generar un sistema plenamente operativo en lugar de la traducción o compilación de los modelos para generar un programa compilado.

Por tanto, el planteamiento es emplear un intérprete del modelo de negocio en lugar de un compilador y ahorrar esfuerzo en los procesos de traducción de los modelos.

112 Implantación del eBusiness en pequeñas organizaciones con una orientación al modelado y la interoperabilidad

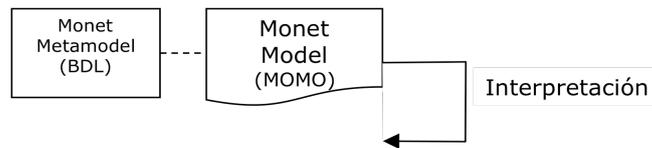


Figura 4-4. Interpretación de modelos de negocio

En el ámbito de las organizaciones son más importantes atributos como la flexibilidad a los cambios y la agilidad en el desarrollo frente a la eficiencia computacional del código. Un programa compilado se ejecutará más deprisa que uno interpretado, pues el compilador ha producido previamente todo el código máquina necesario, y normalmente ha llevado a cabo un proceso de optimización. No obstante, entendemos que la compilación tiene sentido cuando es necesario cuidar la eficiencia del código porque estamos tratando con sistemas que presentan una demanda significativa de recursos computacionales.

Como se ha dicho, en el ámbito de las organizaciones, los recursos computacionales no son los críticos. Es mucho más crítico que el sistema sea flexible para admitir cambios o que el desarrollo sea ágil. Por tanto, el planteamiento en este trabajo es emplear un intérprete del modelo de negocio en lugar de un compilador y ahorrar esfuerzo en los proceso de traducción de los modelos.

En una aproximación en la que se llega al producto software por transformaciones y compilaciones sucesivas, siempre existe la oportunidad de introducir código en algunos de los transformados intermedios que resuelva aspectos concretos de la semántica del negocio.

En una aproximación interpretada no existe esta oportunidad, y por lo tanto es necesario identificar todos los mecanismos de modelado que permitan describir el funcionamiento del negocio a un nivel de abstracción cercano al dominio del problema.

Esta visión es factible por la aproximación al modelado que se sigue. El modelado se realiza a tres niveles de abstracción: organizacional, operacional y tecnológico con una separación explícita de la lógica del negocio de su visión tecnológica.

Aunque no se han hecho experimentos comparativos entre esta visión y plataformas basadas en la arquitectura MDA, la interpretación hipotéticamente tendría ventajas sustanciales sobre la compilación porque:

1. El proceso tiene menos fases de desarrollo, por lo que se podría suponer que el ciclo es más corto y por lo tanto tiene menos costos.
2. Facilita el mantenimiento. En un esquema de un solo nivel de abstracción es más sencillo localizar el módulo en el que es necesario introducir la modificación, que en un sistema estructurado con varios niveles de abstracción y diferentes lenguajes de representación como se plantea en las arquitecturas MDA.
3. Facilita la gestión de la configuración del código. Al no haber niveles intermedios en los que se puede codificar, la gestión de las diferentes versiones de los sistemas de información es mucho más simple.
4. Dada su homogeneidad, los equipos de desarrollo son fácilmente reconfigurables. El equipo de desarrollo requiere solamente un perfil de analista-modelador cuyo conocimiento está centrado en el funcionamiento de la organización. Una “product-line” como MDA requiere diferentes perfiles: analista, arquitecto, programador...
5. Con un lenguaje interpretado, la programación es mucho más sencilla y la transportabilidad e independencia de la plataforma están garantizadas.

Como decíamos, todas estas ventajas son hipótesis de partida que en trabajos de evaluación posteriores tendrían que ser validadas experimentalmente.

4.2.2 Interoperabilidad con servicios de negocio

La orientación a servicios se plantea como un pilar arquitectónico de la solución para dar soporte a la interoperabilidad con otros sistemas de

información, así como para proyectar de forma adecuada la estructura de la organización en la arquitectura tecnológica.

En este trabajo, se abordan los problemas de interoperabilidad utilizando el patrón de interacción petición-respuesta [HOHP03]: la organización cliente, durante la ejecución de un proceso de negocio interno, realiza una petición de servicio a otra organización. Esta solicitud de servicio desencadena en la otra organización la ejecución de un proceso que, al terminar, devolverá una respuesta a la organización que invocó el servicio. Los flujos de trabajo internos en las organizaciones generan las peticiones de servicio a otras organizaciones. Este tipo de interoperabilidad es conocida como orquestación [OGSI03], según ésta, el control de la transacción se origina en la organización cliente y es cedido a la organización proveedora. El proceso de orquestación consiste en “relacionar, organizar y administrar las interacciones entre los servicios referentes a la lógica del proceso de negocio” [PELT03].

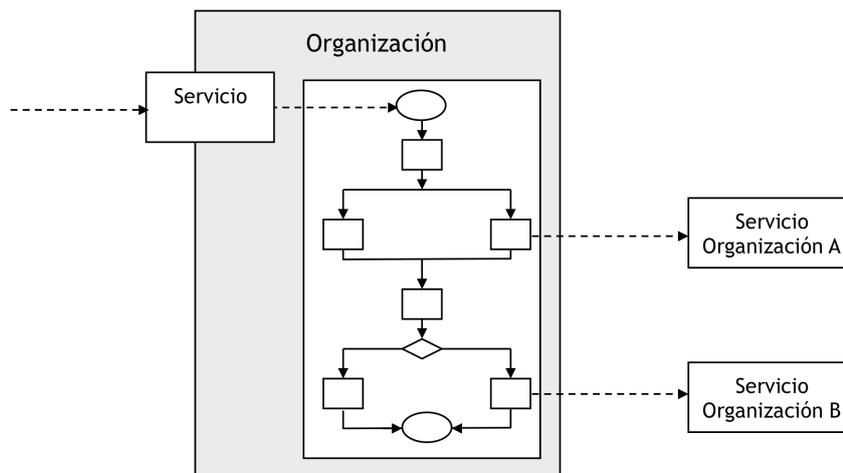


Figura 4-5. Orquestación de servicios

En este trabajo, se plantea un diseño del servicio respetando el principio de autonomía de las organizaciones. Cada organización definirá sus propios servicios, de tal forma que estarán descritos en el modelo de negocio. En el propio modelo de negocio, se incorpora la definición del servicio con el objeto de facilitar la interoperabilidad.

En esta definición del servicio se especifica, además del proceso que debe ejecutarse al llegar una solicitud de un cliente, los formatos de datos que se intercambian en la ejecución del servicio, es decir, los formatos de intercambio que se admiten cuando una organización externa solicite dicho servicio. Por otro lado, si es necesario invocar la ejecución de un servicio externo, también es necesario especificar los formatos de intercambio que la organización externa entenderá.

En este contexto, surgen los problemas de interoperabilidad. Si por cada nueva oportunidad de negocio con clientes o proveedores, se ha de desarrollar nuevo código o implementar un paquete de software específico para integrarse con el sistema asociado, se incurriría en un procedimiento muy costoso en tiempo y recursos.

Dado que es necesario facilitar este proceso, se propone un mecanismo en el que en el propio modelado de negocio se definan los esquemas de transformación de los formatos de representación entre unidades de negocio para permitir la interconexión.

En las arquitecturas para la traducción entre lenguajes y/o herramientas, se distinguen tres posibilidades [EUZE03]:

- Traducciones dos a dos. Es el enfoque más utilizado y se basa en implementar mappings entre los formatos origen y destino. Tiene el inconveniente de que para realizar traductores entre n sistemas se necesita especificar $O(n^2)$ traductores.
- Traducciones con lenguaje pivote. En este caso, las traducciones se realizan entre un formato y el lenguaje de intercambio, y viceversa. Con este método se consigue reducir la complejidad a $O(n)$ traductores. KIF, RDF y OWL, que son lenguajes usados para describir ontologías, pueden ser usados como lenguajes intercambio. Este método tiene el problema de que la traducción a nivel semántico en algunos casos no es posible.
- Traducciones con familias de lenguajes. Este enfoque permite resolver los problemas de traducción del nivel semántico teniendo en cuenta la compatibilidad semántica entre lenguajes de representación.

En la solución que se propone en este trabajo se emplea la traducción con familias de lenguajes, aplicando una estrategia de federación de las transformaciones basada en ontologías. En el modelado los objetos del sistema de información que participan en la provisión o consumo de un servicio se vinculan tanto semántica como sintácticamente con la representación definida por una ontología.

Las ontologías son mecanismos que se componen de un vocabulario específico compartido y que son usados para describir entidades en algún dominio de interés, así como un conjunto de supuestos sobre el significado de los términos [GUAR98]. En este trabajo, las ontologías se utilizan como un mecanismo para federar los esquemas de representación de los servicios y así encapsular las relaciones entre unidades de negocio. De esta manera, se pueden consumir servicios de otros negocios a través de una comprensión común definida en la ontología.

Los servicios que ofrece una organización, al estar basados en ontologías, podrán ser fácilmente interpretados por otras organizaciones que entiendan el significado de dicha ontología o alguna equivalente.

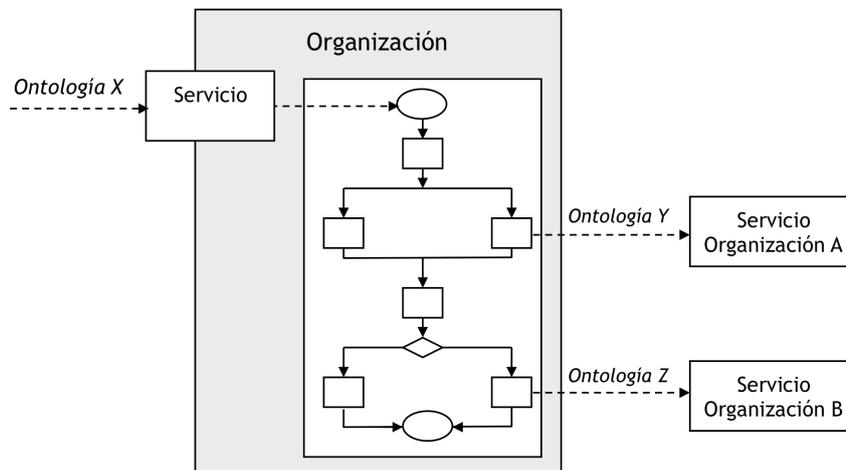


Figura 4-6. Interoperabilidad de servicios basados en ontologías

La federación basada en ontologías de los esquemas de representación simplifica la gestión, ya que en lugar de definir las transformaciones de todas las unidades de negocio con todas, se define una única transformación de cada unidad de negocio con la ontología. Así,

desarrollando solamente una vez la transformación de una organización con la ontología, éste puede ser usado contra muchas organizaciones diferentes.

Esto permite que consumidores y proveedores puedan estar conectados de forma que, incluso, pueda modelarse el consumo de servicios con una organización sin que sea necesario conocer a priori la organización concreta que lo va a proporcionar.

4.2.3 Interoperabilidad con aplicaciones

En la situación en la que diferentes áreas de una empresa (p.e. recursos humanos, finanzas y compras) estén trabajando con aplicaciones que no estén integradas, recae en el usuario la responsabilidad de realizar manualmente la integración entre dichas aplicaciones. Si bien esto es factible, resulta lento, costoso y susceptible de errores. Llegados a ese punto, las organizaciones cuestionan su infraestructura tecnológica al encontrar dificultades serias para relacionar el funcionamiento de áreas de la empresa que debieran funcionar de forma integrada y no lo pueden hacer por culpa de la estructura del sistema informático.

Las soluciones arquitectónicas con las que se han construido las aplicaciones hasta ahora han tenido una orientación funcional. Es decir, las aplicaciones estaban orientadas a resolver internamente las necesidades de los usuarios pero no estaban preparadas para abordar la interconexión que diera soporte a los procesos de negocio [ERL04].

Actualmente, las organizaciones que deseen automatizar los procesos de negocio se enfrentan al problema de adaptar aplicaciones con una arquitectura funcional a una arquitectura interoperable.

La situación actual, en lo que a automatización de procesos en las organizaciones se refiere, refleja una dificultad cuando hay aplicaciones con una orientación funcional que conforman la infraestructura tecnológica de una organización y que participan en dichos procesos [ERL04].

En estos casos, la interoperabilidad se realiza manualmente a través de los empleados que deben mecanizar o gestionar la comunicación de los datos.

Así, tomamos como ejemplo el caso de una organización que tiene en su infraestructura TIC dos aplicaciones: una para gestionar los pedidos de los clientes y otra para gestionar el almacén. En el caso en que la empresa tenga que atender un pedido sería necesario:

1. El comercial registra el pedido en la aplicación de pedidos
2. Se genera una notificación dirigida al encargado de almacén para que atienda el pedido
3. El encargado de almacén debe transferir el pedido desde la aplicación de pedidos a la aplicación de almacén
4. El encargado de almacén prepara el pedido y registra la salida de mercancía en la aplicación de almacén

En esta situación, hay un empleado, el encargado de almacén, que tiene que realizar una tarea en la que debe interactuar con dos aplicaciones que no están integradas. Obviamente, esta situación no es deseable en ninguna organización y genera diversos problemas: errores en la ejecución del trabajo al trasladar manualmente los datos de una aplicación a la otra, falta usabilidad en relación a la dificultad de ejecución o comprensión del sistema, reversibilidad de la tarea en caso de que se produzca algún error...

El concepto de aplicación heredada, o legacy [SEAC03], se refiere precisamente a aquellas aplicaciones desarrolladas en el pasado con una orientación funcional y que están ejecutando procesos de negocio críticos en la empresa. En muchos casos, estas aplicaciones representan muchos años de desarrollo y refinamientos sucesivos para adaptarse a las necesidades de la empresa. En algunos casos estas aplicaciones utilizan ventanas de terminal, o están cerradas, o exhiben un fuerte

acoplamiento entre sus módulos sin una arquitectura consistente que facilite el mantenimiento. En otros casos las aplicaciones han sido desarrolladas externamente a la empresa y no se cuenta con documentación clara de la estructura de dichas aplicaciones.

La aproximación de construir sistemas fuertemente acoplados supone que cualquier cambio requiera una actuación global de gran complejidad y por lo general muy costosa. Esta aproximación puede tener utilidad en entornos con pocas probabilidades de cambio, con una alta necesidad de eficiencia, más que de flexibilidad ante futuros cambios [ERL03] [ERL04].

Por el contrario, en aquellos escenarios donde se requiera alta flexibilidad ante cambios no planificados, resulta más apropiado un sistema poco acoplado ya que se aíslan los componentes para hacerlos independientes entre sí, permitiendo su evolución o sustitución sin dependencias directas de otros componentes. Obviamente, en esta aproximación es necesario proporcionar mecanismos que permitan la interconexión entre aplicaciones.

En este trabajo, los mecanismos de interoperabilidad que se proponen habilitan que diversas aplicaciones puedan ser usadas de forma flexible en diferentes contextos y entornos. Los mecanismos propuestos implican el desarrollo de adaptadores (drivers) integrados en una arquitectura inspirada en grids de servicios.

La clave consiste en disponer de una infraestructura común que represente una plataforma virtual de computación y proporcione un entorno para la ejecución de las aplicaciones [FOST04a]. La idea de Grid como un middleware que gestiona y accede transparentemente a las aplicaciones, permite ofrecer servicios de acceso homogéneos.

Los tipos de servicios que se ofrecen son:

1. Coordinación, para la creación de sesiones de ejecución y así conseguir una transparencia de acceso a las aplicaciones.
2. Producción, se encarga de la gestión de las aplicaciones. Proporciona la abstracción necesaria para conectar, configurar y acceder a los datos de las aplicaciones.

3. Seguridad, se encarga de gestionar las identidades y los roles de los usuarios en las aplicaciones.

De esta forma, se gestiona las aplicaciones heredadas a través de una plataforma de middleware que provee servicios a los procesos de negocio. Estos servicios de las aplicaciones pueden conceptualizarse como servicios de negocio, de forma que, en el modelado de la organización se pueden tratar como “organizaciones externas” que proporcionan un servicio.

4.3 Marco analítico

Para modelar el negocio es necesario el establecimiento de un marco analítico mediante el cual crear una visión compartida de cómo describir una organización. La definición de este marco es una condición necesaria para modelar la organización y formalizar la descripción. Desde un punto de vista metodológico, este marco permite transferir la observación empírica de la organización a una representación formal.

Para realizar esta representación, los modelos tienen que tener una sintaxis precisa y comportarse de manera similar a un archivo de código fuente. La semántica de los modelos está cercana al dominio a diferencia de los lenguajes de programación tradicionales que están más próximos a la máquina. De esta forma, se puede trabajar a niveles de abstracción más altos y centrarse en lo relevante del dominio del problema en lugar de resolver problemas relacionados con la tecnología de programación.

El marco analítico que se presenta en este apartado tiene un doble objetivo, por un lado entender la realidad de la propia organización, y por otro lado, disponer de una representación que ayude a concebirla.

Este marco analítico se concibe desde una visión integral en la que se establece tanto una visión conceptual como funcional de la organización. Es decir, se aborda el análisis y modelado de la organización desde una visión holística en la que se plantea el modelado tanto de objetos como de procesos de negocio. La aproximación que se propone se presenta en tres vistas: la visión externa que ofrece el negocio, la visión interna de

cómo se desarrolla el negocio y la visión de cómo se resuelven tecnológicamente determinados aspectos del modelo.

El modelado se plantea tomando como elemento de análisis la *unidad de negocio*. Definimos una unidad de negocio como *una entidad atómica del negocio promovida por una organización y centrada en proporcionar unos servicios concretos a sus clientes*. Toda unidad de negocio es dirigida por un responsable y su misión es gestionar adecuadamente los recursos humanos [R] de forma eficaz para proporcionar servicios [S] a sus clientes [C]. Los clientes de las unidades pueden ser clientes finales u otras unidades de negocio.

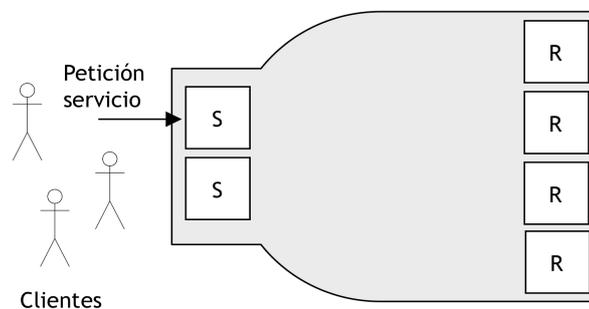


Figura 4-7. Unidad de negocio

El constructo unidad de negocio es un artefacto conceptual que nos permite analizar de manera sistemática los elementos estructurales de una organización. Esta idea está inspirada en el concepto de Unidad Estratégica de Negocio (Strategic Business Unit, SBU) [ABEL79], que surge en las organizaciones donde existen servicios muy heterogéneos.

Algunas empresas, obedeciendo a una estrategia de diversificación de sus actividades, generan estructuras organizativas muy complejas al no ser viable un tratamiento conjunto de los distintos servicios.

En este contexto surge la necesidad de definir unidades funcionales con su propia estrategia con el objeto de que cada una atienda su realidad particular y así pueda tomar decisiones más acertadas. Se puede entender la empresa como un conjunto de varias SBU, cada una desarrollando sus propias oportunidades de rentabilidad y crecimiento [KERZ09]. Las SBU normalmente están consideradas en términos de desarrollo estratégico en la empresa y habitualmente tienen en su

estructura todas las operaciones: producción, ventas, contabilidad... [AAKE92].

Este concepto encaja con la visión que actualmente ofrecen las arquitecturas orientadas a servicios, donde las unidades de negocio pueden comportarse como cápsulas que ocultan como se coordina la ejecución de un servicio. Cuando el cliente delega la ejecución del servicio a la unidad de negocio, el problema de resolver el servicio pasa a ser responsabilidad de la unidad de negocio a la que se le solicita.

Con este marco analítico se realiza la definición de la arquitectura de una organización de forma horizontal, identificando las unidades de negocio que existen y definiendo las dependencias que existen entre ellas. Una dependencia se define como *una relación por la que una unidad de negocio solicita la prestación de un servicio a otra unidad de negocio*. La dependencia es unidireccional y se establece desde la unidad de negocio cliente hacia la unidad de negocio proveedora, aunque el intercambio de datos e información puede ser bidireccional.

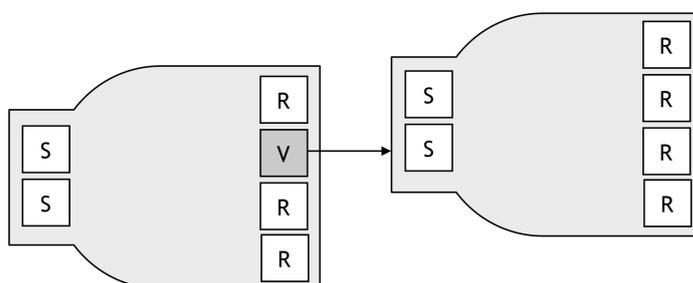


Figura 4-8. Dependencia entre unidades de negocio

Cuando la estructura de una organización se diseña de forma vertical, es decir, orientada a departamentos, es difícil que pueda fluir la información de forma horizontal dentro de la organización. Esto sucede porque no se consideran los servicios que internamente los propios departamentos pueden consumir de otros departamentos.

Valga como ejemplo, la situación en la que un ciudadano residente en un municipio, solicita la prestación de un servicio al Ayuntamiento. El trámite administrativo obliga al ciudadano a presentar un certificado de

residencia emitido por el propio Ayuntamiento, en lugar de ser el propio servicio quien comprueba el registro de residencia internamente.

En el marco analítico que se propone, se están definiendo dependencias funcionales entre las unidades de negocio que evitan este tipo de incoherencias. Cuando se define una dependencia, se está asignando a un agente virtual que representa a otra unidad de negocio la responsabilidad de ejecutar una tarea de utilización de los servicios de otra unidad de negocio. Este recurso virtual, si bien no forma parte de la estructura de la unidad de negocio, realiza el trabajo bajo las mismas condiciones que el resto de recursos.

Desde esta visión, en la que se pueden virtualizar los recursos de una unidad de negocio mediante agentes que consumen servicios proporcionados por otras unidades de negocio, se pueden establecer estructuras organizacionales más flexibles y capaces de adaptarse mejor a los cambios en el mercado:

- se pueden identificar que servicios interesan ser promovidos desde la propia organización y cuales interesan ser externalizados y por tanto suministrados de manera transparente por otra organización.
- se refleja un diseño organizacional que deja perfectamente claro quien toma la responsabilidad de resolver un determinado servicio, bien sea un recurso propio de la organización o una unidad de negocio externa.
- se logra un sistema de comunicación y de toma de decisiones que refleja y promueve las necesidades de los clientes.

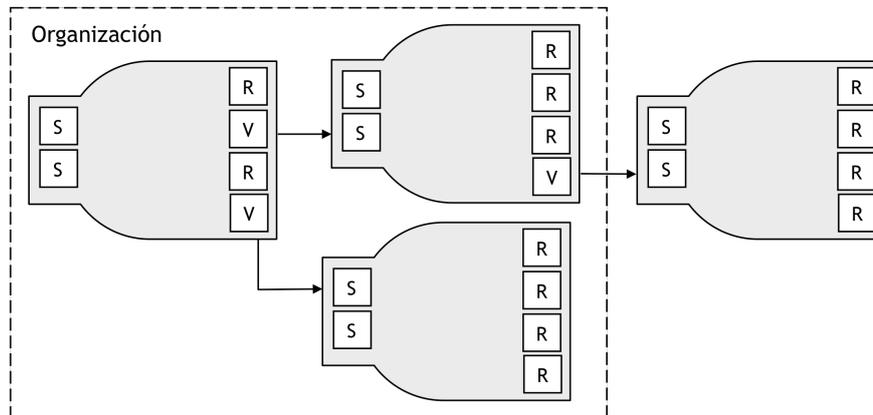


Figura 4-9. Proyección arquitectónica de una organización

Este esquema de integración permite que en el flujo de trabajo de un proceso, la ejecución de una tarea la puede realizar tanto un recurso humano como virtual.

Esto resulta en una solución particularmente flexible porque permite diseñar y probar el proceso de forma completamente independiente de su implantación. Además, se permite que una organización pueda externalizar a otra unidad de negocio aquellas tareas para las que no tenga recursos disponibles. Si estratégicamente la organización no desea contar con ese tipo de recursos, puede desarrollar la estrategia de virtualización basada en el consumo de servicios. Por otro lado, si la organización puntualmente, por algún motivo, como baja por enfermedad de un empleado, necesita cubrir un puesto de trabajo, tiene la flexibilidad de poder hacerlo externalizando las tareas a una organización externa.

Por el contrario, cuando la integración se realiza mediante un patrón basado en mediadores, que se orienta a la obtención de datos localizados en entornos heterogéneos, se pierde completamente la flexibilidad ya que la ejecución del proceso siempre está vinculada al mediador que se haya desarrollado para la realización de una tarea concreta.

Virtualmente, con este esquema cualquier proceso se podría ejecutar de manera completamente automática externalizando el desarrollo de la tarea a otras unidades de negocio.

Independientemente de que dos unidades de negocio pertenezcan a la misma organización o a organizaciones diferentes, la forma de establecer las dependencias entre unidades de negocio es exactamente igual aunque con algunos matices:

- cuando las unidades de negocio son promovidas por una única organización, las relaciones que se establecen son en general estáticas y duraderas.
- cuando las unidades de negocio pertenecen a organizaciones independientes, las relaciones entre unidades de negocio se establecen de forma dinámica y en base a la estrategia que se defina: si interesa promover un acuerdo de externalización de servicios con otras organizaciones para contar con mayor estabilidad en el tiempo o si la relación se restringe a un periodo concreto.

4.3.1 Aproximación al modelado

El modelado del negocio puede ser definido *como la abstracción de los elementos de una organización y las relaciones entre ellos*. Un modelo de negocio es una representación que recoge dicha abstracción y describe el trabajo que se realiza en un negocio concreto. Esta representación puede ser útil tanto para la organización, ayudando a redefinir la propia concepción del funcionamiento del negocio, como para los ingenieros de software, como fundamento para definir lo que el sistema informático debiera hacer.

El modelo de negocio sirve como base para la construcción del sistema informático asegurando la consistencia y precisión de los requisitos. Usando el modelo del negocio con este objetivo, los desarrolladores pueden mejorar su comprensión del negocio, pero además los propios responsables de la organización, al ver su negocio representado, pueden darse cuenta de las oportunidades de mejora.

Por tanto, al ser de interés tanto para los desarrolladores del software como para la mejora del funcionamiento de la organización, el modelado del negocio es un asunto de interés en estos dos ámbitos.

La aproximación al modelado formal que se propone se realiza en tres dimensiones: la visión externa que ofrece el negocio, la visión operacional de cómo se desarrolla el negocio y la visión tecnológica de cómo se materializa el sistema de información.

Las unidades de negocio se analizan desde tres dimensiones diferentes que se corresponden respectivamente con tres modelos:

1. La visión general del negocio que se representa en el modelo estratégico. En este modelo se representa (a) los servicios que ofrece la unidad de negocio a sus clientes, (b) los objetivos y resultados de la unidad de negocio, (c) las técnicas para evaluar y monitorizar los objetivos del negocio.
2. El modelo operacional define como se realiza la provisión de servicios y con qué recursos se cuenta para ello. En el modelo operacional se describen: (a) los procesos que soportan la provisión de un servicio, (b) los recursos, tanto propios como ajenos, con los que se realiza la ejecución de los procesos.
3. En el modelo tecnológico se representan todas aquellas decisiones que están relacionadas con la definición del soporte tecnológico de la información para su gestión en el sistema. En el modelo tecnológico se definen entre otras cosas cómo se representa la información para su gestión e intercambio o cómo se presenta visualmente al usuario.

4.3.2 Modelo estratégico

El modelo estratégico formaliza la estrategia de la unidad de negocio y en él se representa fundamentalmente la visión del negocio, las especificaciones de los servicios que presta la unidad de negocio; y la relación que se establece entre el solicitante (cliente) y la propia unidad de negocio. No obstante, también es necesario representar otro tipo de elementos que ayuden a dar soporte a las decisiones estratégicas de la unidad de negocio.

Las decisiones de los directivos de una organización son habitualmente poco estructuradas en el sentido de que no existen situaciones repetitivas y por tanto no pueden aplicarse fórmulas únicas de solución;

por el contrario, deben establecerse criterios de evaluación y puntos de vistas para cada situación donde muchos de los datos son inexactos.

Las decisiones gerenciales pueden ser clasificadas desde el punto de vista de la gestión en dos tipos: planificación y control, es decir ¿qué se va hacer? y ¿se está haciendo lo previsto? respectivamente.

La planificación es un proceso donde se definen las acciones para conseguir los objetivos estratégicos y se especifican los programas de acción a largo plazo con la correspondiente asignación de recursos. Las decisiones de la planificación tienen la propiedad de ser mayoritariamente proactivas y tienden a proyectar el futuro; en cambio las decisiones de control son más bien de carácter reactivo y tratan de anticiparse a un problema futuro, o en el peor caso, a tomar acciones correctivas como respuesta a un problema ya ocurrido.

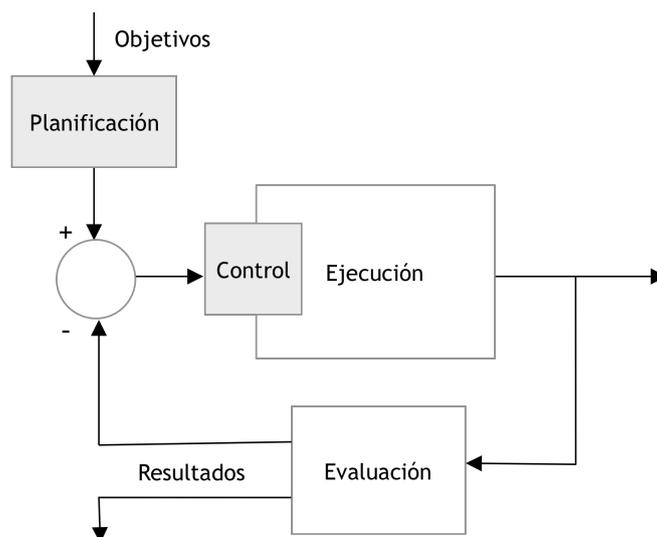


Figura 4-10. Función de la planificación y control en la organización

Las funciones de planificación y control están estrechamente ligadas debido al carácter adaptativo que debe predominar en la dirección estratégica de la organización. Durante este proceso de planificación y control se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Asignar los recursos y definir al responsable que llevará a cabo los objetivos planteados.

- Definir los indicadores que permitirán obtener medidas de los resultados y los objetivos de calidad que se esperan obtener.
- Evaluar los resultados para monitorizar y realizar el seguimiento continuo del negocio.
- Vigilar el cumplimiento de los objetivos para llevar a cabo las acciones correctoras.

La cultura organizacional necesaria para la implementación de la estrategia debe ir hacia una organización medida por resultados. La formalización de estas actividades es necesaria para poder integrar los resultados de las actividades operativas con los criterios estratégicos del negocio. Este nivel de integración facilita la toma de decisiones en relación al alineamiento de los objetivos con el rendimiento de la organización.

Para dar soporte a las decisiones estratégicas en la organización, en el modelo estratégico se representan los objetivos del negocio, las técnicas para medir los resultados de los procesos de negocio y los estándares de calidad para monitorizar los objetivos en base a los resultados.

4.3.3 Modelo operacional

El modelo operacional define la forma con la que se va a proporcionar los servicios a los clientes, gestionando óptimamente los recursos. La visión orientada a servicios facilita la planificación y ejecución del trabajo, en función de los servicios concretos que se prestan a los clientes, permitiendo focalizar los objetivos, el esfuerzo y los resultados en los procesos que aportan valor a la prestación del servicio.

En el modelo operacional es necesario definir los objetos de información y los tipos de recursos humanos (roles) que se consideran necesarios para poder prestar los servicios. La provisión de servicios requiere la realización de las siguientes tareas:

1. analizar las peticiones de servicios de los clientes
2. definir el flujo de trabajo
3. asignar tareas a los trabajadores (dispatching)

4. evaluar los recursos que estén realizando las tareas
5. controlar la ejecución de las tareas

Un imperativo para las organizaciones es proporcionar los servicios optimizando la utilización de los recursos y la calidad de servicio (QoS) a los clientes [ISO00]. Para ello, es necesario sistematizar completamente la forma de trabajar en la organización y, por tanto, debe estar identificado y modelado el modo de operar en la organización para realizar la prestación del servicio.

Se ha optado por utilizar como referencia el modelo propuesto en la familia de normas ISO 9000:2000 [ISO00]. Estas normas son documentos de carácter técnico que han sido desarrolladas para servir de referente a toda organización interesada en la implementación y operación efectiva de un sistema de calidad. Además, al optar por este modelo existe la posibilidad adicional de obtener un reconocimiento externo a través de entidades certificadoras acreditadas, lo cual es un valor adicional para la empresa.

Uno de los fundamentos esenciales de ISO 9000:2000 [ISO00] es la gestión mediante procesos. El concepto básico de proceso es el de *un conjunto de actividades interrelacionadas que transforman elementos de entrada en elementos de salida*. Esta definición es a su vez aplicable a las actividades mencionadas considerándolas subprocesos. La gestión mediante procesos supone un cambio importante en la percepción que la organización tiene de si misma. La perspectiva tradicional se centra en las agrupaciones de recursos humanos y en la cadena de mando existente. El cambio de punto de vista implica prestar atención no sólo a “quién” presta los servicios sino “cómo” se presta.

Esta orientación al cliente es una característica de los sistemas de calidad que establecen como objetivo primordial mantener y mejorar el nivel de satisfacción de los usuarios, estando este íntimamente ligado a la percepción que tiene el usuario sobre el cumplimiento de los requisitos. Los clientes demandan servicios con características que satisfagan sus necesidades y expectativas, y las organizaciones se estructuran para satisfacerlos.

Toda unidad de negocio tiene asignada un responsable con la misión específica de dirigir todas las actividades relativas a la gestión del proceso para cumplir con la prestación del servicio.

El responsable es el representante de la unidad de negocio y ofrece al cliente un único interlocutor durante la prestación del servicio. Las tareas que tiene asignadas son:

1. Asumir la responsabilidad global del proceso y de sus resultados, asegurando su control, eficacia y eficiencia de forma estable y permanente.
2. Facultar y delegar a los recursos para que asuman la realización de los trabajos y para que por si mismos puedan tomar las decisiones e iniciativas necesarias.
3. Mantener la relación necesaria con otros procesos de otras unidades de negocio, estableciendo los requerimientos como cliente o proveedor de los mismos.
4. Asegurar que el proceso está adecuadamente documentado en cada momento y que su información es distribuida regularmente a las personas que trabajan en dicho proceso.
5. Medir los resultados del proceso con la finalidad de mejorarlo y proporcionar información estratégica a la dirección de la organización.
6. Definir y seleccionar las personas que formarán parte del equipo de trabajo.
7. Asegurar el desarrollo y la motivación de las personas del equipo de trabajo facilitando los recursos, formación e información necesarias para garantizar su máxima aportación personal.
8. Proveer del oportuno reconocimiento por sus esfuerzos haciéndoles partícipes de los éxitos alcanzados.
9. Realizar un seguimiento de los indicadores del proceso, verificando su eficacia y eficiencia así como el logro de los objetivos definidos para dicho proceso en cualquiera de los ámbitos de la gestión (productividad, costes, calidad, seguridad, medioambiente, ...). Tiene plena autoridad para realizar cualquier cambio del proceso con los recursos asignados. Si dicho

cambio puede influir en otros procesos, debe consultar con los responsables de los procesos implicados.

El responsable atiende todas las peticiones de servicios que se encuentran pendientes según la prioridad de cada uno de ellos. Para proporcionar el servicio, se lanza un proceso a partir del cual se van generando las tareas que individualmente cada trabajador (recurso humano) debe realizar. A su vez, el responsable gestiona los recursos de la organización asignándoles tareas en función de la prioridad de cada tarea.

Las tareas son asignadas automática o manualmente a los trabajadores para su resolución, siendo este el punto de partida para la aplicación de técnicas de workflow [WORK02] [FISC07] [SHAR01].

En este marco analítico, cada proceso tiene asociado un expediente en el que está contenida toda la documentación necesaria para realizar la tarea. Los trabajadores necesitan tener acceso a la totalidad o a una parte de esta documentación. Por otro lado, la unidad de negocio también puede tener recursos documentales o de información compartidos, como son archivadores, ficheros o libros que registran hechos concretos del estado de la organización y que pueden ser accedidos por los trabajadores.

En el modelado se incluye por tanto, no sólo la definición del proceso, sino todos los objetos de negocio (recursos de información) que son necesarios para la ejecución del proceso.

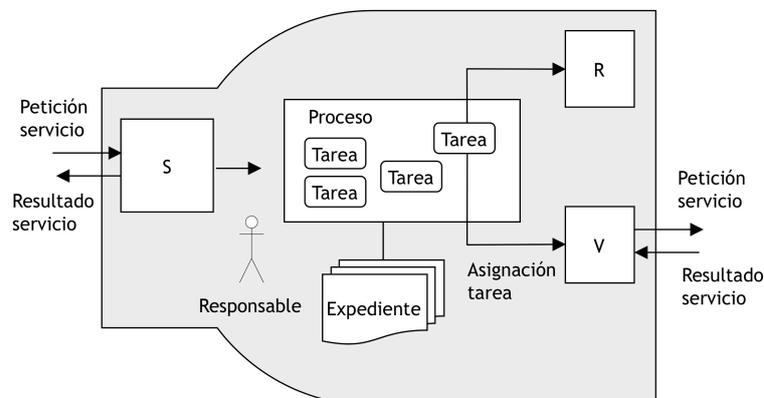


Figura 4-11. Función de la gestión de servicios en la organización

Para gestionar la correcta asignación de tareas y el acceso con privilegios a la información, es necesario identificar y definir en el modelo operacional los mecanismos de autenticación, registro y seguridad. Con estas definiciones se garantiza que la actividad y el acceso a los objetos de negocio se realice sin comprometer el funcionamiento de la organización.

Se puede obtener información sobre la actividad del proceso realizando mediciones y analizando la información recopilada para obtener indicadores. Cuando sea preciso evidenciar el funcionamiento de un proceso se generarán registros que reflejen documentalmente la actividad realizada por el mismo.

4.3.4 Modelo tecnológico

Los modos de presentación y representación de la información en un sistema de información son fundamentales ya que contribuyen tanto a facilitar la comprensión por parte de los usuarios como permitir la interoperabilidad entre sistemas. Estos aspectos cubren un alto porcentaje de los asuntos a considerar cuando se desarrolla un sistema de información.

Se ha definido un modelo tecnológico para desacoplar la esencia del sistema de información, que estaría representado en los modelos operacional y organizacional, de los aspectos relacionados con el comportamiento que debe exhibir el sistema para proporcionar la funcionalidad deseada en relación a la interacción requerida tanto con los usuarios como con otros sistemas.

La interacción se diseña junto con la lógica de negocio, para asegurar que el sistema sea usable e interoperable, y esto se realiza en el modelo tecnológico junto con el modelo organizacional y operacional.

El modelo tecnológico se realiza parametrizando aquellos componentes que van a soportar la interacción, por tanto en este modelo se definen los parámetros que gobiernan:

1. la presentación de los datos para facilitar a los usuarios comprender la información que se gestiona.

2. la representación de los datos para garantizar que los datos estén en los formatos deseados por la organización.

Para los usuarios es fundamental la usabilidad del sistema ya que ello contribuye a una mayor eficacia y eficiencia en la organización. Usabilidad se define en el estándar ISO 9241 como *“el grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso”* [ISO98]. La usabilidad de un sistema está ligada principalmente a la interacción del mismo, al modo en que se presenta la información al usuario y cómo se realizan las operaciones con el sistema.

Se concibe que un sistema, para que pueda ser comprendido y asimilado fácilmente por el usuario, debe estar basado en conceptos del dominio del usuario y en sistemas ya conocidos por el usuario. No es necesario que en el modelo del negocio se tenga que definir completamente todos los aspectos relacionados con la interacción del usuario con el sistema, en su lugar debe existir un esquema de interacción diseñado genéricamente y el cual contemple el 95% de las decisiones relacionadas con la interacción del usuario con el sistema. Por tanto, en el modelado, sólo es necesario ajustar aspectos específicos en la presentación de la información y la interacción.

En el desarrollo de un sistema de información normalmente se dedica mucho esfuerzo, casi un 50% [MYER92], a la programación de las interfaces de usuario. El esquema de modelado propuesto en este trabajo aísla al ingeniero a tomar decisiones con respecto al diseño de la interfaz del sistema lo cual acelera y reduce los costes de desarrollo.

Por otro lado, para la organización es fundamental tener control sobre la información para facilitar la integración de sistemas tanto internos como externos y por tanto contribuyen a reducir los costes, pero también mantener la independencia del proveedor de la tecnología. La posibilidad de basarse en formatos abiertos es una medida fundamental para asegurar la inversión a largo plazo. En este sentido, se facilitan mecanismos para representar los datos tanto en estructuras relacionales en bases de datos como en formatos de representación basados en XML.

5 La plataforma Monet

Como se comentaba en el capítulo anterior, la solución para el desarrollo de sistemas de información basado en modelos de negocio e interoperabilidad se materializa en la plataforma software Monet.

El diseño y desarrollo de la plataforma se ha abordado mediante una aproximación metodológica basada en la idea de construir el software de forma incremental y aprovechar la oportunidad de aprender poco a poco el funcionamiento que se desea del software. Esta visión metodológica se conoce como desarrollo iterativo e incremental (IID) o desarrollo evolutivo [LARM03] [LARM04].

En este capítulo se presenta la arquitectura de la plataforma concebida como el plan básico para ir construyendo el sistema de forma evolutiva. Hasta este momento se han ejecutado varias iteraciones o ciclos que han permitido el desarrollo de la versión actual de la plataforma. No obstante, como se ha presentado en el capítulo anterior, existe una visión de mayor alcance que se seguirá desarrollando en ciclos posteriores. Así, los ciclos de desarrollo anteriores han proporcionado el conocimiento necesario para abordar nuevos ciclos.

En cada ciclo, las hipótesis se han validado empíricamente llevando a cabo diferentes experimentos en los que se han ejecutado proyectos de sistemas de información para organizaciones reales.

Actualmente, son varias organizaciones las que están funcionando con esta plataforma tecnológica. Gracias a ella, las organizaciones han podido incorporar en el funcionamiento de su organización herramientas plenamente adaptadas a sus necesidades, abordando la reingeniería de sus procesos con poco esfuerzo, un coste muy bajo y tiempos cortos de desarrollo.

5.1 Algunas consideraciones metodológicas

5.1.1 Desarrollo evolutivo

El proyecto de desarrollo de la plataforma ha estado en constante evolución y cambio respondiendo continuamente a las necesidades que se han ido planteado. Así, el proceso ha sido y seguirá siendo en el futuro, un continuo en el que se experimenta con las organizaciones y se refina progresivamente el sistema a partir de las desviaciones de sus necesidades.

El enfoque iterativo, incremental o evolutivo del propio desarrollo ha representado la estrategia de desarrollo general del proyecto y ha supuesto una serie de ventajas que a continuación enumeramos:

1. se ha tenido la oportunidad de tomar decisiones a medida que se va adquiriendo experiencia con el sistema.
2. se ha obtenido una realimentación rápida de los usuarios.
3. los usuarios han podido usar el sistema y refinar los requisitos.
4. se ha reducido el riesgo de fracaso del proyecto porque que se ha ido adaptando continuamente a las necesidades que se iban presentando.

Algunos de los métodos más conocidos que utilizan esta aproximación son:

1. Proceso Unificado de Desarrollo (Rational Unified Process, RUP) [KRUC03].
2. Programación Extrema (Extreme Programming, XP) [JEFF01].
3. Método Dinámico de Desarrollo de Sistemas (Dynamic Systems Development Method, DSDM) [STAP03].
4. Desarrollo de software Agil (Agile Software Development, ASD) [MART02].

Estos métodos varían en aspectos como la duración de la iteración o la gestión de la planificación, pero todos tienen en común las ideas de iteración, evolución y desarrollo incremental.

Habitualmente los ingenieros de software invierten muchos recursos y esfuerzo en desarrollar funcionalidades que nadie necesita y que nadie usará. En este sentido es importante que las funcionalidades surjan a partir de las necesidades de las organizaciones.

La evolución es una técnica de desarrollo que permite introducir cambios continuamente considerando que hay que proporcionar estabilidad en el sistema. Un sistema complejo tendrá más éxito, si se implementa en pequeños pasos y si cada paso tiene una medida clara de logro del éxito, así como una posibilidad de retirada a un paso previo en caso de fallo. Existe la oportunidad de recibir alguna realimentación del mundo real y corregir posibles errores de diseño [GILB76].

En un estudio experimental de los factores de éxito en proyectos de software, el primer factor se refiere justamente a la adopción de ciclos de desarrollo iterativos e incrementales [MACC0].

5.1.2 Integridad conceptual

Cuando un software se realiza de forma evolutiva existe el riesgo de que el producto pierda coherencia. Preservar esta coherencia es fundamental para poder abordar los cambios con garantías de éxito, por lo que será necesario definir las bases que permitan conservarla.

La integridad conceptual es el concepto que permite referirnos a la consistencia y regularidad de una arquitectura. Es una cualidad que debe persistir durante la evolución del software, para lo cual es necesario mantener un equilibrio entre sus funciones y su simplicidad de uso. Es mejor tener un sistema que refleje un conjunto pequeño de buenas ideas de diseño, que tener un sistema que contenga muchas ideas buenas pero independientes y descoordinadas [BROO75].

En cierto modo, existe una analogía entre la integridad conceptual de un software y la coherencia urbana de una ciudad. La coherencia urbana o territorial no se puede lograr cuando las intervenciones se producen de forma aislada por lo que es necesario propiciar la adopción de unos principios comunes en cuanto al tratamiento de los problemas. Así, la planificación urbana es una actividad negociadora y mediadora de las relaciones que se establecen entre los gestores y los usuarios a lo largo

del tiempo. El propósito de un plan urbano es indicar las líneas que los propios usuarios entienden como las más idóneas y que permitan realizar actuaciones coherentes.

La integridad conceptual se logra cuando el control de la arquitectura, es decir, la definición de las líneas de actuación que se plasmarán en el software se mantiene intelectualmente en las manos de un reducido grupo de buenos diseñadores [BRO075]. La integridad conceptual establece que el diseño debe proceder de una sola mente, o de un grupo reducido de personas que tienen la misma visión, a partir del cual se establezca una estrategia de desarrollo top-down.

Por lo tanto, se trata de definir una arquitectura que armonice el conjunto de ideas y la elección de técnicas a lo largo de la construcción del sistema. Así, consideramos que la arquitectura del sistema es el principio sobre el que se plantea el desarrollo de Monet para abordar con garantías un desarrollo evolutivo. Por tanto, estableceremos una política de vigilancia de la integridad conceptual de la arquitectura y se definirán líneas de actuación que sean respetuosas con dicha arquitectura.

En este mismo sentido, la arquitectura de un software es un factor crítico que subyace en el fondo de un proceso de desarrollo Free Software [BALD03]. La esencia de este argumento es que la arquitectura afecta al proceso de desarrollo y viceversa. Esta última visión es importante ya que la arquitectura no debe ser la ley, sino el instrumento con el que el arquitecto del sistema mantiene el control del desarrollo.

La arquitectura del sistema es también importante por otras razones de índole más técnico y que afectan al desarrollo de cualquier tipo de proyectos. Por definición, una arquitectura modular debe permitir afrontar cambios sin afectar al funcionamiento del sistema.

Los tipos de cambios a los que se enfrenta el arquitecto son diversos: aumentar la funcionalidad, mejorar el rendimiento, aumentar la seguridad, garantizar la disponibilidad. La flexibilidad que exhiba el sistema para afrontar cambios es determinante en relación a las posibilidades de supervivencia.

Como principio general, la arquitectura debe ser comprensible y cada módulo o componente de la arquitectura debe ofrecer individualmente al desarrollador la oportunidad para aportar algo creativo al modo de resolver los problemas. Estos principios pueden llegar a ser un requisito en los proyectos de software libre cuando se trata de incentivar a una comunidad de desarrolladores a crear nuevo código y contribuir en un esfuerzo de desarrollo colectivo.

5.2 Requisitos de la plataforma

Para el desarrollo de la plataforma se han establecido cuatro grandes categorías de requisitos que representan las especificaciones para la construcción de la visión que se explicó en el capítulo anterior:

1. Requisitos de modelado
2. Requisitos de flexibilidad
3. Requisitos de interoperabilidad
4. Requisitos de alineamiento

A continuación se describen con más detalle cada uno de ellos

5.2.1 Requisitos de modelado

La plataforma debe dar soporte al modelado del negocio y de los servicios que presta la organización a sus clientes.

En la plataforma se debe definir una forma de organización a través de la cual se desarrollan uno o varios servicios. La orientación a servicios contempla el negocio de una forma completamente nueva con respecto a una visión funcional de la organización en lugar de una visión departamental. También implica concentrarse en aquellos servicios que dan más valor al negocio y asignar el resto a especialistas externos.

Este requisito orienta la plataforma a crear la oportunidad de hacer reingeniería en el negocio para optimizar su funcionamiento. La reingeniería de negocios es “la reconsideración fundamental y el

rediseño radical de los procesos del negocio para alcanzar mejoras drásticas de rendimiento en costos, calidad, servicio y rapidez” [HAMM93]. En un proyecto de reingeniería es fundamental que se oriente el rediseño a los servicios y procesos que realiza la organización y no las funciones que implementa. Las formas tradicionales de dividir el trabajo, de estructurar las organizaciones por funciones no es suficiente para mejorar la competitividad ya que este tipo de estructuras generan muchas ineficiencias [LEIB87].

Para el éxito organizacional es necesario tener procesos bien diseñados y para ello es vital reorientar la estrategia hacia una visión orientada a servicios y al cliente.

Esta transformación requiere observar lo que los clientes requieren y no lo que la organización vende; concentrarse en el proceso, no en el producto y crear un ecosistema de proveedores y socios.

5.2.2 Requisitos de flexibilidad

La plataforma debe dar un soporte tecnológico flexible a la implantación de los modelos de negocio.

La plataforma debe dar soporte a la automatización del sistema de información de la organización teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Facilitando el modelado y la adaptación de los modelos de negocio.
2. Acelerando la implementación y reduciendo sus costes. Este es uno de los pilares de la flexibilidad ya que se elimina la barrera de poder modificar las aplicaciones en cualquier momento.
3. Reduciendo la curva de aprendizaje, es decir, permitir que el personal pueda adaptarse rápidamente a una nueva forma de funcionamiento de la organización.
4. Ayudando a llevar un seguimiento de las incidencias y facilitando su análisis.

El objetivo fundamental es la automatización de cualquier organización para mejorar la efectividad y productividad de todo el negocio, sin incrementar costes o recursos.

La gestión de la automatización del negocio es un ciclo continuo de mejora que consiste en siete actividades básicas:

- Estudiar y diseñar el funcionamiento del negocio
- Modelar el negocio
- Implementar los modelos de negocio con las herramientas TIC más apropiadas
- Poner en funcionamiento los modelos de negocio implementados
- Monitorizar las incidencias
- Analizar las incidencias y determinar las causas
- Adaptar los modelos de negocios

5.2.3 Requisitos de interoperabilidad

La plataforma debe permitir la interoperabilidad con otras organizaciones y aplicaciones software habilitando procesos de negocio entre diferentes estructuras organizacionales y tecnológicas.

La plataforma debe facilitar la interoperabilidad y el acoplamiento de una organización tanto con otras organizaciones como con aplicaciones que existan en la infraestructura tecnológica de forma que sus asignaciones internas sean transparentes a las actividades que hacen uso de los servicios

La comunicación debe ser transparente entre organizaciones utilizando mecanismos de traducción para la interconexión con otros servicios. La consecuencia fundamental de este requisito es que consumidores y proveedores deben estar conectados de tal forma que pueda modelarse el consumo de servicios por parte de una organización sin que sea necesario conocer a priori la organización que lo va a proporcionar.

Así mismo, la plataforma debe facilitar la integración de aplicaciones que existan en la infraestructura tecnológica.

5.2.4 Requisitos de alineamiento

La arquitectura tecnológica debe estar orientada a servicios como resultado de la proyección de la arquitectura de la organización.

Al estar la estructura de una organización basada en servicios, el modelado del negocio en la plataforma se tiene que realizar también desde la visión de los servicios que ofrece la organización a sus clientes para identificar los roles, tareas y recursos necesarios para llevar a cabo dicha actividad.

Si la estrategia del negocio se orienta a dar servicios, la arquitectura tecnológica debiera estar también orientada a dar servicios, de manera que se simplifique el proceso de alineamiento entre negocio y arquitectura tecnológica.

En efecto, considerar que la arquitectura del negocio se desarrolla de forma independiente a la arquitectura TIC obliga a una necesaria sincronización entre ambas estrategias e inevitablemente nunca existirá una alineación total. Es necesario tener una visión más global que considere que las TIC pueden definir las oportunidades del negocio, y que determinadas oportunidades de negocio deben ser facilitadas por las TIC.

Precisamente, introducir las arquitecturas orientadas a servicio (SOA) y los estándares de servicios web requieren que las compañías de alguna manera realicen el cambio, al ser una concepción tecnológica que encaja de manera natural con el requerimiento planteado para el análisis y reingeniería del negocio.

5.3 Arquitectura de componentes

Los principales componentes funcionales que conforman la arquitectura de Monet son, por un lado, un entorno de modelado (cuya función es la edición y definición de modelos de negocio, y por otro lado un entorno de ejecución (Monet Execution Environment) cuya función es el despliegue de espacios de negocio basados en un modelo de negocio

para la configuración de un sistema de información de una unidad de negocio.

El modelo de negocio (Business Model) y el espacio de negocio (Business Space) son los elementos centrales de la arquitectura y representan la especificación del sistema de información y el sistema de información en sí respectivamente.

Es necesario indicar que los componentes de la arquitectura pueden aparecer escritas en inglés en el texto o las figuras de este documento. Esto se debe a que los nombres de los componentes de la arquitectura se han establecido en inglés, y por lo tanto ese es su nombre verdadero.

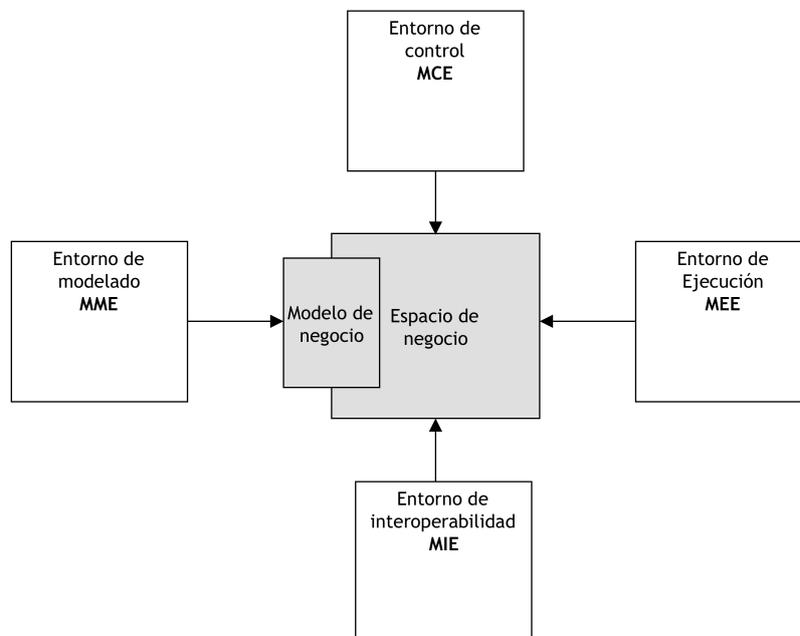


Figura 5-1. Arquitectura de Monet

El entorno de modelado se utiliza para crear los modelos de negocio. Este entorno es utilizado principalmente por los ingenieros o desarrolladores del sistema de información. Una vez definido el modelo de negocio, se realiza el despliegue del espacio de negocio en el entorno de ejecución basado en dicho modelo. El entorno de ejecución, entre otras muchas funciones, proporciona la interfaz de acceso al sistema de información a los trabajadores de la unidad de negocio.

Existen otros elementos en la arquitectura igualmente necesarios, como el entorno de control y el entorno de interoperabilidad, que sirven para monitorizar la actividad de la unidad de negocio y coordinarla con otras unidades de negocio respectivamente.

A continuación se describen con más detalle cada uno de los componentes de la arquitectura.

5.3.1 Modelo de negocio

El modelo de negocio incorpora toda la semántica que permite describir directamente el sistema de información. El objetivo es facilitar el proceso de ingeniería y mitigar los desvíos que habitualmente se producen entre la estrategia del negocio y el sistema de información.

Un modelo de negocio en Monet se construye principalmente como un conjunto de definiciones. Una definición describe una entidad concreta o alguna abstracción que pueda existir en el sistema de información del negocio. Las definiciones se construyen en el lenguaje XML que provee una sintaxis para documentos estructurados, y que no impone restricciones semánticas en el significado de estos documentos. En el próximo capítulo, se realiza una especificación formal del esquema de modelado y de su semántica.

Desde un punto de vista de la construcción del modelo, las definiciones sirven principalmente para representar entidades del sistema de información. No obstante, una definición puede servir como base para derivar otras definiciones, de tal forma que una definición derivada heredaría automáticamente todas las características descritas en la definición padre. Este mecanismo se conoce como herencia y permite la extensibilidad de las definiciones, habilitando la posibilidad de crear definiciones muy genéricas para realizar definiciones más concretas.

La herencia posibilita que una definición tenga varias formas: la suya propia y la de sus definiciones más abstractas. Esta propiedad se conoce como polimorfismo y contribuye a enriquecer la semántica del modelo. Por ejemplo, si en un sistema de información se identifica la abstracción “resolución” porque existen muchos tipos de resoluciones cada una con sus propias particularidades, el polimorfismo permitiría que se

realizaran definiciones en las que se referencia de forma abstracta a la resolución: un expediente puede contener resoluciones o una inscripción hace referencia a una resolución. El tipo concreto de resolución que se este agregando al expediente o que esté referenciando en la inscripción se establece en la ejecución de tareas del sistema de información.

Así, las definiciones pueden poseer relaciones polimórficas, de manera que refiriendo a la definición padre, todas las definiciones hijas estarían contempladas.

Además de las definiciones, hay otros elementos que conforman el modelo de negocio. Son:

- Tesoros. Son listados de términos empleados para representar los conceptos, temas o contenidos de las entidades del sistema de información. Su finalidad es la normalización terminológica que permita mejorar el canal de acceso y comunicación entre usuarios y entre unidades de negocio. Los términos que conforman el tesoro pueden incorporar relaciones:
 - a. jerárquicas, subdivisiones que reflejan estructuras de composición;
 - b. equivalencia, como la sinonimia, homonimia, antonimia y polinimia entre los términos;
 - c. asociativas para permitir relaciones de polijerarquía entre términos.
- Procesadores. Transforman las definiciones y los objetos a otros formatos que puedan usarse directamente en el despliegue de la unidad de negocio. Dado que estos objetos y definiciones se representan como estructuras complejas en formato XML, los procesadores se basan en XSLT, un estándar promovido por la W3C, que permite desarrollar hojas de estilo XSL para transformar documentos XML [TIDW01]. Hay tres tipos de procesadores: de definiciones, de objetos y de tesoros.
- Plantillas. Las plantillas definen la configuración de un sistema de información para personalizar aspectos como la visualización, generación de documentos o el propio sistema de ayuda. Estas plantillas se generan de forma automática a partir de un modelo de referencia.

Para la especificación formal del lenguaje de modelado es necesario usar un metamodelo. El metamodelo permite formalizar los modelos de negocio. Mientras el modelo de negocio describe los elementos concretos de un sistema de información, el metamodelo formaliza el lenguaje para realizar dicho modelo.

Existen diversas propuestas y estándares con respecto a técnicas para formalizar el metamodelo, como OIM (MDC, 1999), CDIF (ISO/IEC, 2000) o MOF (OMG, 2002a), que tienen en común los cuatro niveles de abstracción siguientes:

1. M0. Objeto de negocio.
2. M1. Modelo de negocio.
3. M2. Metamodelo o lenguaje para definir el modelo de negocio
4. M3. Meta-metamodelo o un lenguaje para definir metamodelos

En este caso se ha utilizado XSD [VLIS02] como metamodelo ya que el modelo se describe en XML (XML Schema Definition). XSD es una recomendación de la W3C del año 2001 orientada a definir esquemas XML.

En Monet, el esquema XSD desarrollado se usa para expresar la reglas que los ficheros XML del modelo de negocio deben cumplir para considerarlo válido. Estas reglas pueden procesarse automáticamente contra un documento del modelo de negocio y obtener un informe de errores.

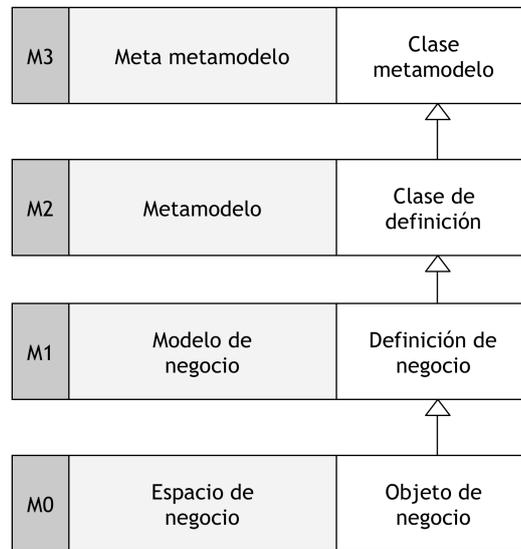


Figura 5-2. Niveles de abstracción en el modelado

5.3.2 Espacio de negocio

El espacio de negocio es el contenedor de todos los objetos (documentos, tareas, archivos, roles, hechos...) que se crean en la unidad de negocio. La responsabilidad principal del espacio de negocio es, por un lado, gestionar la persistencia de estos objetos y por otro, garantizar la seguridad de los accesos a dichos objetos por parte de los usuarios. Los usuarios, en función de sus roles en la unidad de negocio, pueden tener acceso a diferentes objetos.

Se entiende por persistencia a la capacidad de un sistema de guardar objetos de manera que puedan ser recuperados posteriormente. La persistencia permite que los objetos puedan sobrevivir al proceso que los creó [BAUE05]. El soporte de persistencia debe ser transparente, de manera que el usuario no conozca la ubicación ni los mecanismos para guardar dichos objetos.

Uno de los activos más importantes que posee una organización es la información y, por lo tanto, deben existir mecanismos que la aseguren. Obviamente, la organización debe proveer de elementos de la seguridad física sobre los equipos en los cuales se almacena la información, pero la plataforma define mecanismos de seguridad lógica, barreras y

procedimientos, que impiden el acceso a los datos y sólo permiten acceder a ellos a las personas autorizadas para hacerlo.

En España la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) [HERR02] regula el tratamiento de los datos y ficheros, de carácter personal, los derechos de los ciudadanos sobre ellos y las obligaciones de aquellos que los crean o tratan.

El espacio de negocio se puede configurar en la plataforma para cubrir las restricciones que impone esta ley: seguridad en los soportes, registro de accesos o cifrado de las telecomunicaciones

Cada espacio de negocio tiene la siguiente estructura:

1. El modelo de negocio con el que se creó o actualizó el espacio de negocio. El modelo de negocio es uno de los componentes básicos que utiliza prácticamente todos los subsistemas de la plataforma.
2. El archivo de objetos en donde se almacenan de forma persistente todos los objetos del espacio de negocio: tareas, formularios, contenedores, roles, usuarios...
3. El registro de hechos, donde se transforman los datos operacionales en información y conocimiento, para ser explotado a nivel directivo.
4. Los componentes concretos con los que se resuelven servicios de base como la gestión documental, sistema de firma electrónica, motor de workflow...
5. Los traductores que realizan la transformación entre la representación interna de los objetos y las ontologías de interoperabilidad entre organizaciones.

En el núcleo del espacio de negocio se llevan a cabo tareas como: la gestión de la persistencia de los objetos, la gestión de los flujos de trabajo, la gestión documental, la transformación de los objetos, el control de acceso a los objetos o la verificación de las acciones de los usuarios. Además existe un mecanismo de validación de acceso cuya responsabilidad es proporcionar autenticación y autorización de usuarios a acceder a los objetos de dicho espacio de negocio.

5.3.3 Entorno de modelado

El entorno de modelado proporciona un conjunto de herramientas y métodos que facilitan el diseño, implementación y evaluación de los servicios de una unidad de negocio. El entorno de modelado en Monet está orientado a ser usado principalmente por los ingenieros de sistemas de información para describir los sistemas de información de las unidades de negocio.

A partir de los requisitos y el diseño que se desarrolle, el ingeniero usará este entorno para generar el modelo de negocio. El entorno consta de los siguientes elementos:

1. Una metodología que permita analizar y describir el sistema de información que necesita una organización.
2. Modelos de referencia que puedan servir de base para la construcción de modelos reales.
3. Herramientas de depuración y simulación de los modelos de negocio para facilitar la verificación del resultado.

La metodología para diseñar y desarrollar sistemas de información para las unidades de negocio es el pilar sobre el que se construye en el entorno de modelado. La idea subyacente es que el entorno de modelado ayude a la construcción del modelo de negocio incorporando la estrategia de modelado en el propio entorno.

Las organizaciones deben saber qué hacer para mejorar sus procesos. Este conocimiento se puede obtener, por ejemplo, de la experiencia de los empleados, y normalmente está limitado a la experiencia de la propia organización. Puede ser beneficioso para las organizaciones utilizar la experiencia acumulada y las lecciones aprendidas por otras organizaciones que se han enfrentado al mismo reto y lo han superado con éxito.

Los modelos de referencia contienen los conocimientos sobre procesos captados de numerosas empresas y proporcionan patrones de diseño sobre los que poder trabajar para realizar adaptaciones. Por ejemplo, SCOR [BOLS03] proporciona procesos de cadena de suministro recomendados a diversos niveles, lo que facilita a las organizaciones la

identificación y la implementación de mejoras. Estos modelos de referencia podrían estar disponibles en la plataforma para su uso en los procesos de reingeniería.

En cuanto a la simulación de procesos de negocio (Business Process Simulation o BPS), ésta puede ayudar al ingeniero a la gestión del cambio [GREAO3]. Se puede emplear no sólo para predecir el comportamiento del modelo, sino también para construir un modelo del proceso como es, de forma que se puedan comprender y medir las variaciones que tienen lugar en los indicadores clave de funcionamiento.

5.3.4 Entorno de ejecución

El entorno de ejecución de modelos pretende servir a las unidades de negocio como una herramienta para dar soporte a la infraestructura software de su sistema de información.

Está orientado a las personas que trabajan en las unidad de negocio y representa el núcleo fundamental de la funcionalidad de la plataforma. En él, se llevan a cabo los casos de uso relacionados con la creación y gestión de los espacio de negocio, así como la realización de tareas y consultas de información por parte de los trabajadores de la unidad de negocio.

El entorno de ejecución se ha desarrollado evolutivamente a la vez que se ha ido enriqueciendo el metamodelo, es decir, la estrategia de desarrollo se ha basado en realizar las actualizaciones que permitirán explotar los modelos de negocio y desplegar sistemas de información para las organizaciones.

Cómo se ha comentado en el capítulo anterior, a diferencia del esquema MDA, en el que al modelo de negocio se le aplican varias transformaciones hasta llegar al código fuente, en esta aproximación el modelo de negocio es directamente interpretado por la plataforma de negocio.

En la siguiente figura se exhibe un esquema en el que se muestran los componentes en los que está basado el entorno de ejecución. El entorno de ejecución incorpora la funcionalidad para administrar el espacio de

negocio, activar la unidad de negocio y realizar operaciones en el espacio de negocio, tanto de forma interactiva como a través de aplicaciones.

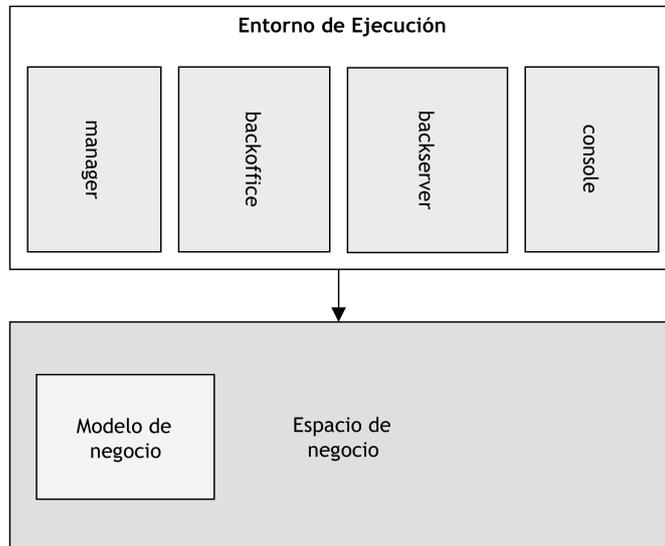


Figura 5-3. Arquitectura del entorno de ejecución

El administrador de la unidad de negocio gestiona la disponibilidad y la configuración del sistema de información a través de la aplicación de administración (manager). Las funcionalidades básicas de esta aplicación son:

1. el despliegue de la unidad de negocio,
2. el mantenimiento y actualización de la misma a partir de las modificaciones que se dieran en el modelo de negocio, y
3. la configuración e instalación de adaptadores para gestionar el software de base con el que la plataforma debe operar, esto es: directorio de usuario, gestor documental, motor de base de datos...

La flexibilidad que exhiba el sistema para afrontar cambios es determinante en relación a las posibilidades de supervivencia del sistema. En este sentido, el entorno de ejecución facilita al ingeniero de sistemas afrontar cambios como aumentar o modificar la funcionalidad o seleccionar software de base. Con ello, las organizaciones son más flexibles para ajustarse rápidamente a las condiciones cambiantes del

mercado, y representa la capacidad para reaccionar con la menor cantidad de tiempo, esfuerzo o costo.

En relación a la funcionalidad de los trabajadores de la unidad de negocio, éstos tendrán acceso al espacio de negocio a través de la aplicación de consulta (backoffice) con la que puede ejecutar las tareas a través de una interfaz de usuario. El acceso inmediato y directo a la información así como el soporte al trabajo colaborativo son responsabilidades de este entorno. El objetivo es permitir a los usuarios el trabajo coordinado sin importar su ubicación física.

Este entorno proporciona al usuario funciones para navegar por la información de la unidad de negocio, consultar o buscar objetos de información, actualizar formularios y documentos, conocer el trabajo asignado, ejecutar tareas, reasignar trabajo a usuarios, solicitar ayuda en la realización de una tarea, generar documentos a partir de la información, firmar documentos digitalmente....

El sistema tiene la capacidad de mostrar información acerca del estado de la actividad de un usuario y permitir la comunicación verbal y no verbal entre todas aquellas personas que forman parte de un trabajo común. La mensajería instantánea es un tipo de servicio de trabajo colaborativo que está cada vez más establecido en la empresa como una eficiente herramienta de colaboración. Los usuarios confían en ella como una tecnología de comunicación clave. Se trata de convertir la mensajería instantánea en un punto de partida para diferentes actividades colaborativas como son poder acceder directa e inmediatamente a un documento que te sugiera un usuario o tener conciencia de presencia de otros usuarios mientras estás viendo un documento.

Para el desarrollo de agentes que operen de forma automática en la unidad de negocio, se ofrece una API (Application Programming Interface) basada en SOAP. Este componente se llama backserver y será utilizado de forma extensiva para el desarrollo de agentes virtuales que interoperen con otras unidades de negocio.

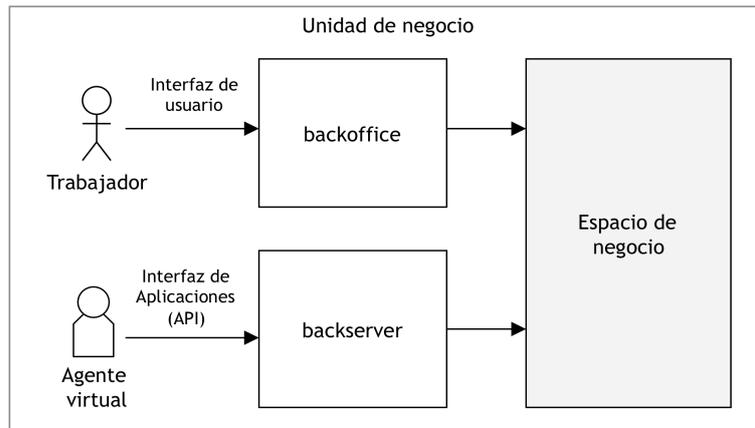


Figura 5-4. Entorno de ejecución para trabajadores y agentes virtuales

Finalmente, el entorno de ejecución incorpora una aplicación para controlar el estado de la unidad de negocio (console). Esta aplicación, cuyo uso está limitado a los administradores y responsables de seguridad, se utiliza para habilitar y deshabilitar el espacio de negocio en situaciones en las que haya que realizar tareas administrativas.

Además, muestra un registro de la actividad de la unidad de negocio. Cada vez que se realiza un acceso a algún objeto de información del sistema o se lleva a cabo una tarea, se guardan logs del acceso o actualización a la información. Estos registros permiten a los administradores detectar si ha habido algún problema y el motivo especificado por el servidor. También, para el tratamiento de datos de carácter personal de nivel alto se exige el registro, control y almacenamiento de logs de acceso a los objetos. En estos registros se guarda: la identificación del usuario, fecha y la hora en que se realizó el acceso, objeto accedido, tipo de acceso y resultado (autorizado o denegado).

5.3.5 Entorno de control del negocio

Las unidades de negocio deben monitorizar y medir su actividad para fomentar la calidad y la mejora continua. Sólo se puede mejorar aquello que se puede medir.

Este entorno de control está orientado a la dirección y por tanto debe reflejar las necesidades de información que tienen los directores. Es necesario que los directores puedan identificar las desviaciones y sus causas, para poder realizar las acciones de corrección que sean necesarias y así alcanzar los objetivos previstos.

En esencia, el cometido de la dirección es la mejora continua del rendimiento del negocio y la eficiencia en los procesos de la unidad de negocio. Para ello, el entorno de control se configura como un Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) [KAPL96]. El Cuadro de Mando es una herramienta donde se recogen los indicadores que permiten realizar el control de la gestión de aquellos procesos regulares y normalizados. Esta herramienta permite tener un conocimiento permanente de la situación de la gestión y su evolución en el tiempo.

El cuadro de mando es un mecanismo que debe diseñarse y configurarse para mostrar información desde distintas perspectivas de la unidad de negocio: clientes, servicios, procesos internos y recursos. Para reflejar este diseño en el entorno, es necesario establecer en el modelo de negocio las definiciones de informes a mostrar, indicadores a medir y los valores que se esperan alcanzar en dichos indicadores.

Ello obliga a que las unidades de negocio establezcan los compromisos a alcanzar en los indicadores definidos en cada uno de los servicios así como sus correspondientes procesos. Estos compromisos deben formalizarse numéricamente, es decir deben ser medibles ya que el entorno de control no permite utilizar objetivos cualitativos del tipo “La respuesta de los servicios será rápida y fiable” o “El tiempo de espera será el mínimo posible”.

Periódicamente deben establecerse los estándares de calidad, es decir, los compromisos u objetivos a alcanzar en las características del servicio y su correspondiente proceso. Cada servicio debe tener definido uno o varios indicadores, en cada uno de los cuales se debe establecer el nivel estándar, compromiso a cumplir. Se debe identificar el nivel estándar que hay que alcanzar en cada uno de estos indicadores para que respondan a las necesidades y expectativas de los clientes y accionistas.

El proceso de definición de objetivos, la selección de indicadores asociados y la fijación de estándares, son parte del diseño de las unidades de negocio ya que se usan en la mejora de la gestión y por lo tanto todos estos elementos deben estar referidos en el modelo de negocio.

Además del diseño del cuadro de mando, es necesario automatizar (extraer, transformar y cargar) la gestión de los datos que se desean consultar en dicho cuadro de mando. Los datos proceden de los diferentes sistemas tanto internos o externos a la organización, que contengan la información que se desea analizar.

Internamente el cuadro de mando está soportado por un datawarehouse, una base de datos de múltiples dimensiones (multidimensional) y orientada a la consulta.

El uso de dimensiones es una forma de mostrar y almacenar datos en sistemas con grandes cantidades de información. Básicamente, las dimensiones son ejes de análisis o criterios de clasificación de la información que ofrecen un índice a los datos mediante una lista de valores. Normalmente los elementos de una dimensión forman una jerarquía, en la que algunos elementos son padres de otros elementos de la dimensión.

Por último, los datos son almacenados en estructuras llamadas cubos multidimensionales y consultados con consultas OLAP (On Line Analytical Processing). Estos mecanismos permiten gestionar información multidimensional y entregarla al usuario mediante informes estáticos o herramientas de visualización. Estos cubos e informes también se especifican en el modelo de negocio mediante definiciones del nivel estratégico.

5.3.6 Entorno de interoperabilidad

La interoperabilidad entre unidades de negocio es el mecanismo mediante el cual dos organizaciones y sus respectivos sistemas pueden intercambiar procesos o datos. Es un requisito de partida para esta plataforma de negocio

En esa solución, la interoperabilidad se gestiona a partir de los servicios que son proporcionados por las unidades de negocio o las aplicaciones. Se distinguen dos escenarios en los que es necesario abordar la interoperabilidad:

- La interoperabilidad con otra unidad de negocio
- La interoperabilidad con otra organización
- La interoperabilidad con aplicaciones externas

Además, es necesario distinguir los escenarios en los que la unidad de negocio actúa como cliente de otro sistema (unidad de negocio, organización o aplicación externa) de los escenarios en los que actúa como proveedora. En el primer caso, el entorno de interoperabilidad facilita el consumo de servicios de otro sistema, mientras que en el segundo caso, se habilita una interfaz de provisión para permitir que otros sistemas puedan solicitar servicios a la unidad de negocio.

La interfaz de provisión está diseñada para admitir solicitudes de servicio asíncronas, de forma que el sistema o usuario que solicita un servicio a la unidad de negocio recibe notificaciones de estado o finalización del servicio. Esto es absolutamente necesario cuando los procesos de una unidad de negocio son parcialmente ejecutados por personas ya que la finalización del servicio depende de la disponibilidad de las personas para ejecutar las tareas del proceso.

Considerando el problema del intercambio de información, para que los sistemas puedan intercambiar información debe existir un formato abierto y neutro de datos. Así se facilita un mayor grado de libertad a la hora de enfocar la integración informática con otros sistemas. Normalmente, la organización aumenta involuntariamente su dependencia de los sistemas informáticos que adquiere. La estrategia de basarse en formatos abiertos es una medida fundamental para garantizar la no dependencia en exclusiva de un proveedor.

La representación de la información para interoperabilidad se realiza usando XML que permite la codificación para la representación de documentos complejos mediante etiquetas. Al representar las transacciones y registros del negocio con XML se garantiza que la organización tenga pleno control sobre sus datos. No obstante, es

necesario que las organizaciones realicen la transformación de la representación de sus servicios con la ontología.

Desde un punto de vista metodológico, no existen métodos ni herramientas que soporten la tarea de construir y mantener servicios de traducción, y desde un punto de vista tecnológico, los sistemas que facilitan la construcción de servicios de traducción imponen restricciones relativas a los formatos de origen y destino que pueden tratar. Así que estos traductores deben construirse manualmente.

Existen cuatro niveles en los que se pueden tomar decisiones de traducción: léxico, sintáctico, semántico y pragmático. Si en alguno de estos niveles los formatos de origen y destino coinciden, el traductor no tiene que realizar ninguna operación. En el nivel léxico se tratan cuestiones relacionadas con el hecho de que distintos formatos pueden utilizar distintas gramáticas para generar sus símbolos terminales (ASCII, UNICODE, XML). En el nivel sintáctico se tratan las transformaciones gramaticales. En el nivel semántico se resuelven la traducción entre el significado que los componentes del lenguaje pueden representar. En el nivel pragmático se introducen transformaciones en las que es necesario hacer uso de la información que alguno de los sistemas puede contener, por ejemplo el mantenimiento de los identificadores de los objetos que representan.

Como se muestra en la figura, el entorno de interoperabilidad se compone de:

- Frontoffice que ofrece una interfaz de usuario para provisionar servicios a los clientes como usuarios.
- Frontserver que ofrece una interfaz de aplicaciones para provisionar servicios a otras unidades de negocio o a los clientes a través de sus sistemas informáticos.
- Agentes para consumir servicios de sistemas externos, otras organizaciones o aplicaciones.
- Traductores entre formatos de representación ontológicos y el formato de representación de Monet.

- Adaptadores para facilitar consumo de servicios por parte de los agentes

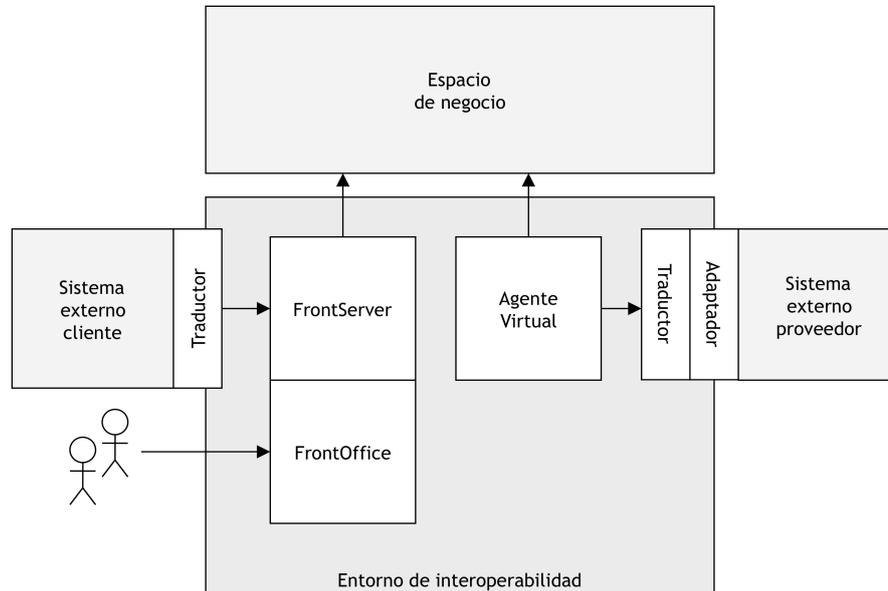


Figura 5-5. Entorno de interoperabilidad

Los servicios que ofrece una unidad de negocio a través del entorno de interoperabilidad se definen en el modelo de negocio, a nivel estratégico. Estas definiciones forman parte de la visión externa que ofrece la organización a sus clientes. En esta visión externa, como ya se ha dicho, también se definen los informes y estructuras de almacenamiento para gestionar la información estratégica de la unidad de negocio.

5.4 Arquitectura tecnológica

El criterio fundamental para establecer la infraestructura tecnológica o arquitectura del sistema, es la gestión adecuada de las dependencias tecnológicas y la configuración resultante.

En la infraestructura tecnológica de soporte a la configuración del sistema se determinan los componentes hardware y software que van a permitir el despliegue de la plataforma Monet.

Se entiende que la elección de la tecnología debe coexistir desde el inicio con la planificación estratégica de la organización con el fin de apoyar su definición e incorporar innovación para el continuo mejoramiento de servicios. En este sentido es necesario definir una arquitectura abordable por las pequeñas organizaciones en términos de principios, tecnologías, estándares y mejores prácticas.

Si bien, existen principios generales de diseño que deben atender a cuestiones como disponibilidad, escalabilidad, seguridad, calidad del servicio, costes y rendimiento, en este caso los criterios de diseño se han orientado de forma completamente diferente.

Uno de los factores que se han tenido en cuenta de forma particular en esta arquitectura ha sido los condicionantes del entorno socio-económico en Canarias. Siendo una Comunidad Autónoma en donde el Gobierno Autónomo es el motor fundamental de la industria del software, el mercado se ha orientado a satisfacer sus demandas. Al apostar el Gobierno por software abierto y entornos basados en Java, ha orientado sin quererlo a las empresas de software, ingenieros y programadores hacia esas tecnologías. Por ello, la mayoría de ofertas de empleo en Canarias se orientan a trabajar con Java.

Esto es algo que también sucede a nivel nacional y queda plasmado por el estudio RENTIC sobre los requisitos para la empleabilidad en TIC [FERN07]. Este estudio, realizado por un grupo de profesores de la Universidad Europea de Madrid, también incide en que el mercado ha apostado principalmente por Java. En portales de empleo, como tecnoempleo.com, este dato confirma la tendencia de las empresas apostando definitivamente por la tecnología Java.

Considerando esta situación, parece razonable la elección de Java como tecnología base para el desarrollo del sistema, tanto por facilitar la integración de ingenieros en el equipo de desarrollo, como por contribuir a la formación de los ingenieros abordando proyectos complejos. En este sentido, se entiende que los proyectos de I+D promovidos desde la Universidad deben abordar obligatoriamente la responsabilidad social y favorecer el desarrollo tecnológico de la región. En la medida en que los proyectos de I+D estén conectados con las

necesidades de innovación de la región, el retorno de la inversión en I+D se amplifica más.

Por otro lado, la elección de Java tiene otros beneficios como la portabilidad a diferentes sistemas operativos como Windows, Linux, AIX, Solaris o HP/UX. Java ofrece la libertad para elegir el sistema operativo que desee la organización que fuera a implantar Monet.

El entorno de modelado se basa en el uso de Eclipse, un entorno abierto ampliamente usado para el desarrollo de software. Este entorno permite el desarrollo de extensiones (plugins) que soporten aspectos funcionales específicos de la metodología o tecnología que se esté usando [CLAY09].

Para el resto de los entornos, la arquitectura se configura en tres capas, es decir se realiza la división en el nivel de acceso a datos, nivel de lógica de negocio y nivel de presentación o aplicación. En la siguiente figura se muestra la arquitectura tecnológica de Monet.

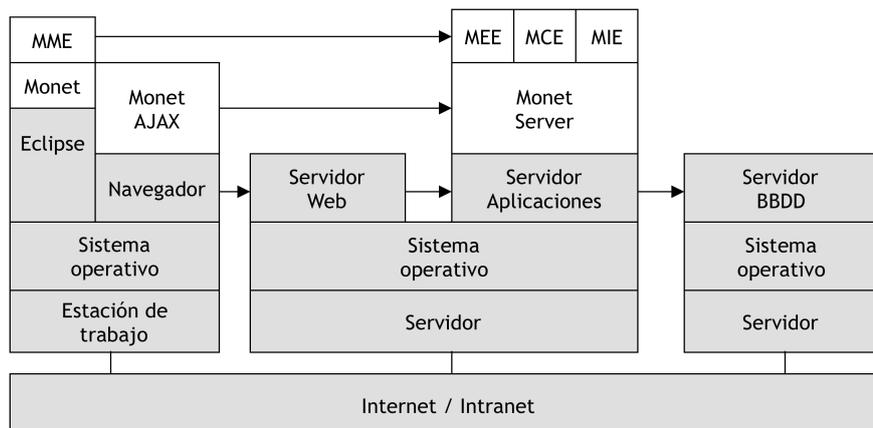


Figura 5-6. Arquitectura tecnológica de Monet

El nivel de acceso a datos se configura con un servidor de base de datos relacional con cualquiera de los gestores existentes en el mercado: Oracle, DB/2 o SQLServer. En este aspecto la tecnología JDBC, incluida en el conjunto de tecnologías Java, proporciona la libertad de elección del servidor de base de datos.

El nivel de lógica de negocio se configura con un servidor de aplicaciones Java Enterprise Edition (JEE). En el mercado existen diferentes

alternativas que permiten el despliegue de aplicaciones Java en entorno de servidor: JBOSS, Websphere, Weblogic u Oracle.

Por tanto, la elección de Java aporta flexibilidad a la arquitectura tecnológica al dar mucha libertad para desplegar el sistema. Esto permite que cada organización tenga libertad a la hora de establecer los criterios de su infraestructura TIC pudiendo darle más importancia a la disponibilidad, escalabilidad, seguridad, calidad del servicio, costes o rendimiento. Por otro lado, reduce la dependencia tecnológica con proveedores de software. Este criterio es uno de los fenómenos más preocupantes dentro de las organizaciones, cuyas infraestructuras informáticas pueden encontrarse en una situación de cautividad de facto respecto de determinadas tecnologías. En el caso de la Administración Pública es fundamental que su infraestructura se construya bajo el principio de neutralidad tecnológica. Este principio favorece que el tejido productivo de software pueda concurrir a las licitaciones públicas en condiciones de igualdad, no discriminación y libre competencia que rigen la contratación pública en España.

En el nivel de presentación, el navegador es el componente tecnológico determinante ya que es donde se muestra la interfaz de usuario. Las tecnologías dominantes en esta capa son XHTML, Javascript y CSS que permiten el desarrollo de aplicaciones AJAX. Este tipo de aplicaciones se basan en la presentación basada en estándares usando XHTML y CSS, interacción dinámicas usando JavaScript y Document Object Model (DOM), e intercambio y manipulación de datos usando XML y XMLHttpRequest. Para garantizar la compatibilidad entre los diferentes navegadores se opta por la utilización de librerías como JQuery, Prototype y Ext.

Existen otros componentes de base que deben contemplarse también en la infraestructura tecnológica para permitir funcionalidades necesarias en los diferentes entornos de Monet:

1. Directorio de usuarios/recursos. Se utiliza para registrar usuarios/recursos del sistema de información de una forma estructurada. Normalmente se organizan de forma jerárquica.
2. Gestor de persistencia. Son sistemas que proporcionan un mecanismo transparente y automático de almacenamiento y

recuperación de objetos. Pueden ser tanto sistemas gestores de bases de datos orientados a objetos como librerías de gestión de la persistencia.

3. Gestor documental. Estos sistemas permiten el almacenamiento y recuperación de documentos. Cada registro se corresponde con un documento: una imagen o un documento electrónico, un impreso digitalizado o un archivo audiovisual o sonoro. Indexan el texto del documento para realizar búsquedas más potentes.
4. Motor de workflow. Se utiliza para coordinar la ejecución de tareas en la unidad de negocio. Permite establecer las tareas, en que orden se realizan, los diferentes caminos que se pueden dar en función de las condiciones del proceso, el tipo de usuarios que pueden realizar cada tarea y el flujo de información que hay entre ellas. Estos motores también permiten realizar un seguimiento de los procesos y tareas, analizar los cuellos de botella o mejorar los procedimientos en una estrategia de mejora continua.
5. Enterprise Service Bus (ESB). Para la conexión con aplicaciones externas u otros servicios de negocio, se utiliza un ESB. Básicamente un ESB es un motor que se encarga de conectar y coordinar la ejecución de los servicios. Para ello tiene que realizar la transformación y control de un flujo de datos a través de los servicios involucrados en el proceso.
6. Firma electrónica. Se utiliza para permitir la realización de trámites u órdenes de forma telemática. Para poder validar la firma y garantizar al usuario el repudio, la plataforma debe utilizar los servicios de las agencias certificadoras que emiten certificados de firma digital: Fabrica Nacional de Moneda y Timbre, Ministerio del Interior, Camerfirma...

Existen muchas alternativas en el mercado para dar soporte a los diferentes servicios que requiere la unidad de negocio. Obviamente, las organizaciones optan prioritariamente por aquellos sistemas más usados, compatibles con los servidores de aplicaciones del mercado y OpenSource. Preferentemente se opta también por sistemas que usen estándares promovidos por organizaciones como W3C u OMG.

Dado que existen muchas alternativas, para potenciar la flexibilidad de la arquitectura tecnológica y dar libertad a la organización para desplegar la plataforma con los sistemas que consideren estratégicos en su organización, Monet se diseña para que se pueda configurar libremente con cualquiera de los sistemas que existan en el mercado.

Existen numerosas alternativas para cada uno de los tipos de componentes descritos como se muestra en la siguiente figura. La plataforma no está configurada actualmente para integrarse con todas las alternativas de componentes, pero su diseño permite que puedan añadirse éstos y otros que se desarrollen en el futuro.

Para ello, la arquitectura de Monet se basa en la utilización extensiva del patrón de diseño abierto-cerrado [SHAL01] basado en el principio de sustitución de Liskov [METS04].

La idea básica del principio de sustitución de Liskov es la sustituibilidad, es decir si un componente S es un subtipo de un componente T, los objetos de tipo T en un programa debe poderse reemplazar con objetos de tipo S sin alterar las propiedades del mismo. El patrón diseño abierto-cerrado (PAC) indica que los módulos deberían ser tanto abiertos para extenderse, como cerrados para ocultar los detalles concretos de implementación.

Componente	Sistemas
Directorio de usuarios	LDAP ActiveDirectory iPlanet Novell Directory Services OpenDS
Gestor de persistencia	JBoss Hibernate JPA Siena JDO
Gestor documental	Alfresco Documentum Nuxeo Filenet SharePoint
Motor de workflow	Bonita JBPM ActiveBPEL OpenWFE OSWorkflow
ESB	Mule ServiceMix OpenESB JBossESB ChainBuilder
Firma electrónica	CERES Camerfirma DNI electrónico Telefónica empresas

Figura 5-7. Alternativas de componentes para Monet

En la práctica esto se traduce en que, para cada uno de los componentes de base anteriormente descritos, debe ser posible la sustitución de su implementación, de forma que la arquitectura esté abierta para extender otras posibles implementaciones que aporten la flexibilidad en el diseño que se desea en esta arquitectura.

Por ejemplo, en el caso del directorio de usuarios se define un componente abstracto, User Directory, del cual se derivan implementaciones de adaptadores específicos al sistema de gestión de usuarios que se desee implantar: LDAP (Lightweight Directory Access Protocol), ActiveDirectory, iPlanet, Novell Directory o cualquier otro.

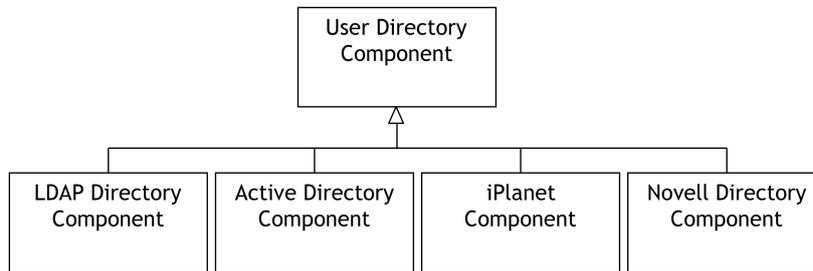


Figura 5-8. Componentes para el directorio de usuario

La integración de una implementación concreta de un directorio de usuarios exige programar un adaptador basado en el contrato que define la clase abstracta. Esta arquitectura no restringe la libertad de la organización para definir sus estrategia tecnológica dándole libertad para establecer sus propios criterios de diseño, a la vez que facilita y gestiona de forma transparente el cambio de la infraestructura tecnológica.

Por ejemplo, en el caso de que la organización inicialmente apueste por una tecnología concreta, digamos Active Directory, el sistema está preparado para sustituir este componente por otro de forma completamente transparente.

En cuanto al despliegue de estos sistemas, y por criterios de seguridad y rendimiento, se propone una instalación en servidores específicos. De esta forma los servicios de directorio de usuarios, gestor documental, motor de workflow o ESB estarían desplegados en otras máquinas independientes.

Sobre ese servidor además de instalar la aplicación correspondiente se realizaría la configuración de esquemas y objetos necesarios para el funcionamiento del sistema de información. En concreto, los gestores de bases de datos requieren la creación de espacios de tablas, o los ESB

En la siguiente figura, se muestra el esquema de despliegue propuesto para la instalación del servicio de base ESB.

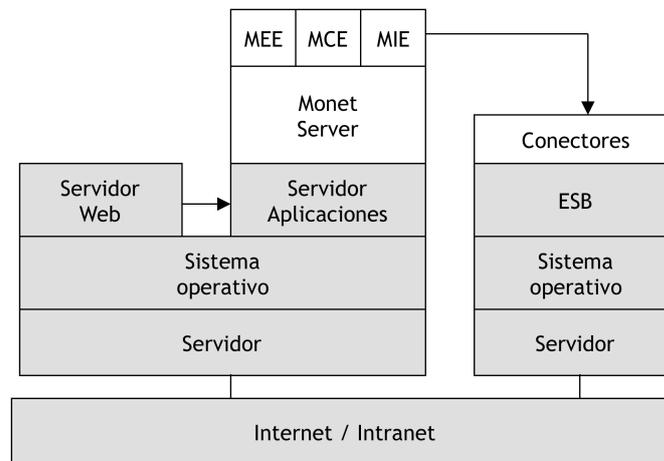


Figura 5-9. Despliegue de servicios de base de Monet

En la actualidad, las organizaciones se encuentran en medio de un proceso para replantear su infraestructura TIC en busca de criterios de calidad como seguridad, disponibilidad, flexibilidad, escalabilidad...

De las tendencias consideradas clave actualmente en la concepción de una infraestructura TIC, la virtualización es considerada como una de las tecnologías claves en el futuro [GOLD07]. La virtualización de los servidores es una tecnología excelente para las pymes en lo que respecta a otorgarles:

1. Mayor escalabilidad
2. Reducción de costes asociada a la consolidación de servidores
3. Mayor fiabilidad
4. Mayor disponibilidad
5. Más facilidad de recuperación ante desastres

La virtualización es la tecnología que habilita una nueva tendencia del mercado: el pago por computación o “Cloud Computing” [MILL08].

5.5 Desarrollando sistemas de información

Ya se ha comentado que el modelo de negocio es la base del desarrollo de sistemas de información. Ello se debe a que incorpora toda la semántica que permite describir directamente el sistema de información. El marco analítico que se presentó en el capítulo anterior se utiliza como guía para formalizar el modelo de negocio.

Para desarrollar el modelo de negocio, la plataforma ofrece al ingeniero de sistemas un entorno de modelado que ayuda a llevar a cabo el diseño y especificación del sistema de información. Como se muestra en la siguiente figura, el modelo de negocio representa el diseño del sistema de información de una unidad de negocio concreta. La plataforma Monet es la infraestructura tecnológica para crear el espacio de negocio que da soporte al sistema de información. En el espacio de negocio se configura la conexión con otros espacios de negocio o con software de unidades de negocio externas.

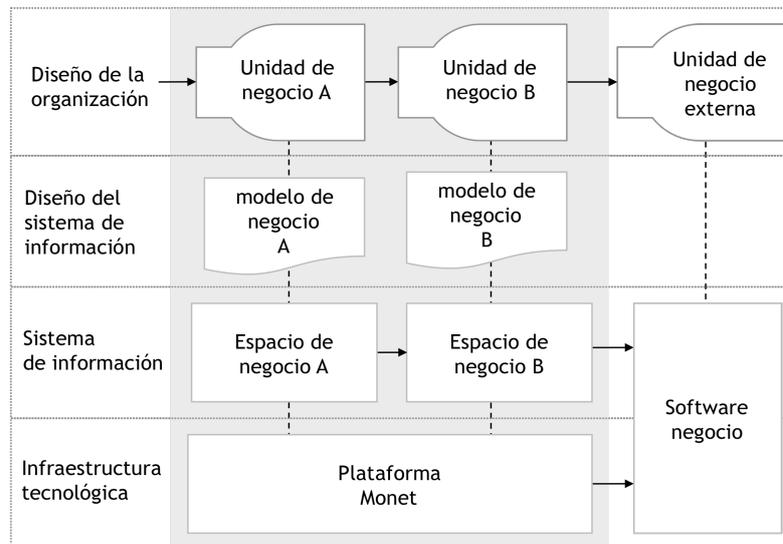


Figura 5-10. Desarrollo de un sistema de información en Monet

Aunque el modelado del sistema es la parte central del proceso de desarrollo, hay otras actividades que deben tenerse en cuenta en este tipo de proyecto. En este apartado se describen estas actividades, con el fin de esbozar las bases de la metodología específica que se emplea para el desarrollo de proyectos de sistemas de información con Monet. Esta

metodología no está completamente formalizada y ésta será una de las líneas futuras de este trabajo de investigación.

Con la breve elaboración que se realiza en este apartado, se pretende ayudar a comprender el funcionamiento de la plataforma y los conceptos relacionados en el desarrollo de un sistema de información.

El entorno de modelado es la herramienta que se emplea durante todo el ciclo de desarrollo del sistema de información, aunque también se puede hacer uso de herramientas de edición o herramientas CASE para elaborar especificaciones y documentos que apoyen el proceso de desarrollo.

El proyecto de desarrollo de un sistema de información tiene una duración entre 1 y 3 meses en función de la complejidad del sistema. Los tiempos de puesta en servicio de un sistema de información suelen ser una restricción que, por falta de una planificación estratégica, las pequeñas organizaciones imponen normalmente a los desarrollos. En este sentido normalmente se imponen tiempos muy cortos y mucha urgencia.

Estos desarrollos requieren la ejecución de las siguientes actividades:

1. Análisis de la organización
2. Diseño del sistema de información
3. Implantación del sistema de información

Una vez terminado el despliegue y concluido el desarrollo, comienza una etapa de mantenimiento y mejora continua del sistema de información. Para realizar el mantenimiento, se considera importante el planteamiento de ciclos de cambio que tengan una duración mínima de 1 mes. Este tiempo mínimo en los ciclos de mantenimiento se establece para que la organización y las unidades de negocio maduren mínimamente los cambios que desean y se eviten situaciones de "cambio continuo". Una vez que la unidad de negocio ha identificado claramente los cambios que desea introducir en el sistema de información, los cambios se realizan de una forma muy rápida y ágil. Las intervenciones de mantenimiento en el sistema de información oscilan entre 1 hora y 2 días, en función de la cantidad de cambios que se deseen introducir.

La facilidad de adaptación del sistema de información, entendida en términos de tiempo de respuesta para acometer cambios que demanden los usuarios, es fundamental para tener garantías de satisfacción entre los usuarios.

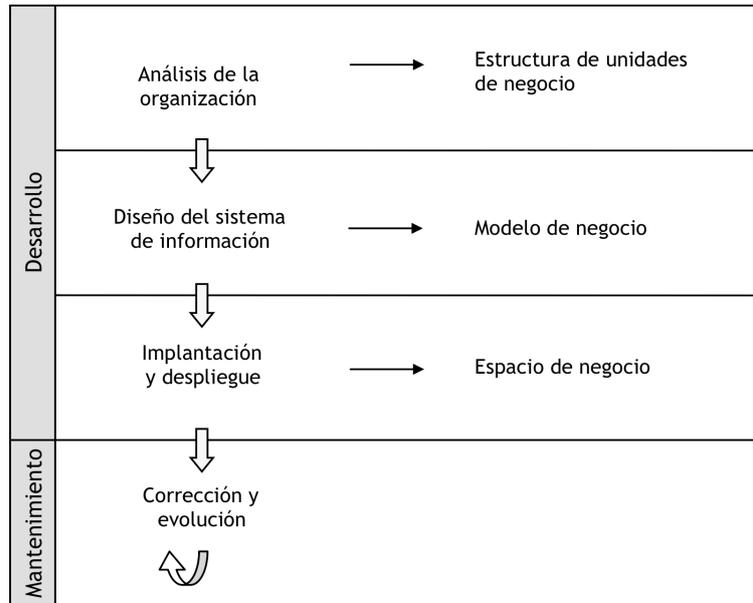


Figura 5-11. Actividades para el desarrollo de un sistema de información

5.5.1 Análisis de la organización

El proceso de análisis del sistema de gestión tiene como objetivo fundamental la identificación y definición de los elementos que se implementarán en el sistema de información:

1. los procesos y las tareas con los que llevan a cabo la gestión
2. los tipos de personas involucrados en dichos procesos de gestión
3. los objetos usados durante los procesos de gestión: expedientes, documentos, ficheros, archivadores, escritos...

La participación activa de los usuarios es una condición imprescindible para la construcción del modelo ya que ello constituye una garantía de que los requisitos identificados inicialmente son comprendidos e incorporados al sistema y por lo tanto ha de asegurar posteriormente el buen funcionamiento del mismo.

Durante el proceso de análisis, los usuarios pueden participar dando su experiencia y explicando las situaciones que cotidianamente tienen que afrontar. Esta transferencia de conocimiento tiene un valor más allá de la especificación de unos requisitos, ya que consigue que los usuarios, al estar plenamente involucrados en el proceso, acepten en mejor medida los resultados del proyecto.

Además, como la automatización del sistema de información da la oportunidad de homogeneizar los procedimientos y realizar un diseño del sistema más armónico, durante el análisis los usuarios pueden ayudar a unificar e homogeneizar tanto los procesos como los documentos que se utilizan para la gestión.

La primera actividad que hay que realizar es el análisis del funcionamiento y la estructura de la organización. Este análisis se realiza desde el prisma del marco analítico que se presentó en el capítulo anterior para poder dar lugar a una arquitectura organizacional basada en unidades de negocio. Para el análisis se usarán diferentes técnicas de adquisición de información: entrevistas, reuniones, observación, y validación de prototipos y documentación.

Se concibe que una organización es un conjunto de unidades de negocio que ofrecen servicios a sus clientes. Cada unidad de negocio define los servicios que ofrece y los servicios que consume de otras unidades de negocio.

En el diseño de la arquitectura de la organización, pueden aparecer unidades de negocio internas, cuyo finalidad no es ofrecer servicios a clientes externos a la organización sino a otras unidades de negocio de la propia organización. Típicamente son los servicios horizontales de la organización los que dan lugar a estas unidades de negocio. Por ejemplo, en el caso de una empresa, el servicio de contabilidad no presta directamente servicio a los clientes, pero se conceptualizaría como una unidad de negocio con el cometido de registrar todos los hechos contables que se produzcan en la organización.

También se pueden identificar necesidades que no conviene desarrollar en la propia organización, sino subcontratar a otras organizaciones externas. El caso mencionado es la contabilidad, que en muchas

empresas es externalizada a asesorías contables. Desde el punto de vista de la estructura de la organización, la contabilidad es un servicio que se utiliza, y sería transparente en el funcionamiento del sistema de información tanto si este servicio se presta interna como externamente.

En el caso de tratar con aplicaciones heredadas, es decir, software que ya exista en la organización con el que se soporte alguna o algunas actividades, desde el punto de vista del modelado, éstas se tratan exactamente igual que si la actividad la realizara otra unidad de negocio.

Por ejemplo, si una empresa estuviera usando un software de gestión contable, la arquitectura de la organización se diseñaría incorporando una unidad de negocio de contabilidad. Aquellas unidades de negocio que tuvieran relación con contabilidad tendrían que interactuar con los servicios que ésta ofreciera a través de su aplicación.

En resumen, en esta fase, además de analizar los servicios que la organización ofrece a sus clientes y los procesos que son necesarios desplegar para atender estos servicios, es necesario proyectar la arquitectura de servicios. En concreto, pueden existir los servicio que consume de otras organizaciones externas, los servicios internos que despliega para dar soporte a sus propias unidades de negocio y los servicios que ofrecen aplicaciones con las que ya cuente la organización.

5.5.2 Diseño del sistema de información

Una vez definida la arquitectura de la organización, es necesario diseñar e implementar el modelo de negocio de cada una de las unidades de negocio identificadas. Un modelo de negocio representa el diseño del sistema de información de una unidad de negocio y contiene las tres visiones que se han comentado: estratégica, operacional y tecnológica.

El objetivo de esta fase es generar el modelo del sistema de información de la unidad de negocio. El modelo del sistema de información representado describe los objetos existentes en el sistema de información, así como los procesos para llevar a cabo las tareas de gestión necesarias.

Un modelo de negocio en Monet se construye principalmente como un conjunto de definiciones en lenguaje XML. Las definiciones describen entidades, concretas o abstractas, que existen en el negocio. No obstante, existen otros elementos en el modelo que permiten desde personalizar la imagen de la organización hasta construir la ayuda en línea del sistema.

Los modelos de negocio se organizan internamente mediante paquetes que permiten agrupar definiciones de forma lógica. Los paquetes no tienen un significado en el modelo de negocio, simplemente se utilizan para ayudar al ingeniero de sistemas a estructurar el modelo.

En el modelo se podrán expresar diferentes tipos de definiciones en los diferentes niveles de abstracción del modelo:

1. Modelo organizacional. Incorpora definiciones de servicio, cubos OLAP e informes de negocio.
2. Modelo operacional. Incorporar definiciones de entidades (contenedores, formularios, escritos, colecciones), tareas, procesos o roles. En estas definiciones se pueden crear también declaraciones de componentes (secciones, campos, diálogos...)
3. Modelo tecnológico. Se representa mediante propiedades de comportamiento, interacción con el usuario, gestión de la persistencia, referencias a objetos o registro de hechos en cubos OLAP.

Desde el punto de vista de la construcción del modelo, las definiciones sirven principalmente para representar entidades del sistema de información. No obstante, una definición puede servir como base para derivar otras definiciones, de tal forma que una definición derivada heredaría automáticamente todas las características descritas en la definición padre. Este mecanismo de herencia permite la extensibilidad de las definiciones, habilitando la posibilidad de crear definiciones muy genéricas para realizar definiciones más concretas.

El modelo de negocio se concibe tanto de forma conceptual como funcional representando las dimensiones estáticas y dinámicas respectivamente. Estas dimensiones se desarrollan en paralelo de tal forma que el soporte de objetos de información resulta normalmente demandado por las tareas que se hayan identificado, y determinadas

tareas se introducen para ayudar a completar o validar los datos que se necesitan registrar en el sistema de información. De esta forma no hay una precedencia estricta entre el diseño de los procesos y el diseño de los objetos que se necesitan en el sistema de información.

Durante el diseño se identifican los roles de los diferentes actores que participarán en la ejecución de los procesos y tareas del sistema de información. Los roles definen la posibilidad de ejecutar determinadas tareas así como los permisos para acceder a determinados elementos documentales.

La asignación concreta de la responsabilidad de realizar una tarea, bien sea a un trabajador de la propia unidad de negocio, bien sea a un agente virtual para que interopere con otra unidad de negocio, no se realiza durante el diseño. Esto se realiza en la fase de despliegue ya que es cuando el diseño del sistema de información se materializa para dar soporte a una unidad de negocio. En ese momento, se identifican los recursos (humanos y virtuales) que llevarán a cabo la gestión en la unidad de negocio.

En este sentido, durante la fase de diseño, solamente se identifican los roles que son necesarios para la ejecución del trabajo, dejándose para la fase de implantación y despliegue la forma concreta en la que se establecerá la realización del trabajo. De hecho, una organización, durante su vida, puede tener tareas que inicialmente estén externalizadas a otra unidad de negocio y posteriormente se asignen a un trabajador de la propia unidad de negocio o viceversa. La decisión de externalizar determinadas tareas está en función del uso que se vaya a hacer de los recursos de los que dispone y, esto es muy dinámico en función de los propios recursos humanos que se tengan como de la coyuntura económica o de multiplicidad de factores estratégicos del negocio.

Para la organización es muy útil contar con un modelo de esta naturaleza para:

1. Mantener documentado el sistema de información
2. Facilitar la ejecución de remodelaciones o ampliaciones del sistema de información

3. Analizar la evolución del sistema de información a partir de las distintas versiones que se hayan generado del modelo

5.5.3 Implantación y despliegue

Cuando el modelo de sistema de información de las unidades de negocio se ha completado, la siguiente actividad es desplegar el espacio de negocio que dará soporte a las actividades de la unidad de negocio. Un espacio de negocio representa el sistema de información automatizado de una organización y contiene toda la información necesaria para la gestión y toma de decisiones.

El espacio de negocio se configura a partir del modelo de negocio generando todo el soporte de información que se describe en dicho modelo.

Antes de entrar en explotación se realiza la validación del modelo implementado para comprobar que está acorde a su especificación y que cumple con las expectativas de la unidad de negocio. Para ello, se realiza una simulación con los usuarios finales que permite validar la corrección y exactitud del modelo de negocio implementado.

Obviamente, es necesario registrar a los usuarios y asignarles roles para la ejecución de las tareas, así como realizar la carga de datos inicial. Esta carga de datos se realiza a partir de la información que tiene la organización en otros soportes o sistemas. Este es un trabajo no repetible y que debe abordarse de forma específica en cada organización. Los datos deben transformarse al formato que Monet es capaz de manipular por lo que exige un trabajo de desarrollo específico al sistema de información anterior que tuviera la organización.

Por otro lado, para resolver las necesidades de interconexión, es necesario desarrollar los módulos que establecen la conexión y petición de servicio a otras unidades de negocio así como la traducción semántica de los formatos internos de Monet a los formatos de interoperabilidad que se demanden. Estos módulos representan los agentes virtuales que automatizan el trabajo de interoperabilidad que de otra forma tendrían que realizar las personas.

En este trabajo, la conexión con otras organizaciones, unidades de negocio o aplicaciones aún se desarrollan manualmente. Estos agentes se programan directamente en Java con todo el soporte a la interoperabilidad definido en el propio Enterprise Service Bus y los esquemas genéricos de interoperabilidad del propio Monet.

En trabajos futuros de investigación se pretende incorporar en el modelado la definición de los esquemas de interoperabilidad, describiendo tanto el uso de los servicios como la traducción entre formatos de representación.

En la situación actual en la que es necesario programar el proceso de desarrollo de estos agentes, se plantea un patrón de diseño genérico que permita la integración de estos agentes con el entorno de interoperabilidad que se elija.

En la figura se muestra el patrón de diseño que se utiliza para el desarrollo de agentes virtuales. A través del entorno de ejecución, y más concretamente la aplicación backserver, el agente accede al espacio de negocio en el que virtualmente trabajan para consultar tareas pendientes y los objetos de información asociados a dichas tareas. Luego, utilizando el entorno de interoperabilidad, el agente solicita el servicio al sistema externo al que se ha externalizado la tarea. Una vez termina la ejecución de la tarea en el sistema externo, el agente registra el resultado de la operación en la unidad de negocio y finaliza la tarea para que el proceso continúe.

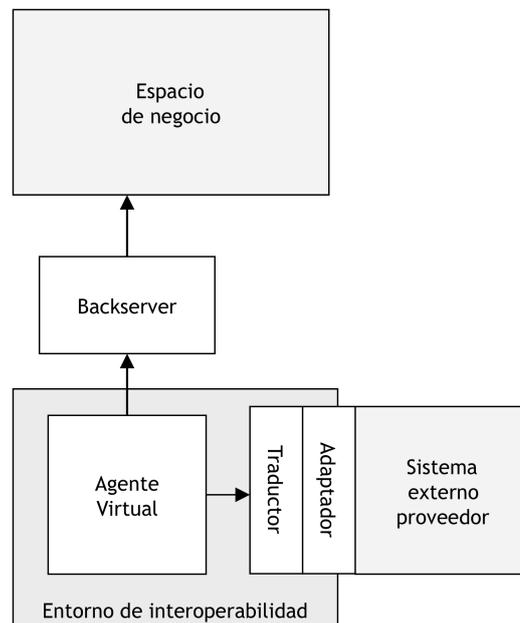


Figura 5-12. Patrón de diseño para desarrollar agentes en Monet

El agente se programa incorporando la lógica necesaria para transformar una actividad que se le ha asignado a una petición a un sistema externo. El ciclo de vida típico de un agente consiste en las siguientes fases:

1. Instanciar al agente. Es necesario que en el entorno de ejecución se activen los agentes que tienen que automatizar tareas en el espacio de negocio.
2. Iniciar la sesión en el espacio de negocio. El agente tiene que iniciar una sesión en el entorno de ejecución para autenticarse con los roles que se le hayan asignado.
3. Consultar tareas pendientes. El entorno de ejecución permite al agente consultar las tareas que le han sido asignadas. En función de la prioridad y fecha de llegada de la tarea, el agente captura y ejecuta secuencialmente las tareas.
4. Preparar la petición al sistema externo. Para ello, el agente se apoya en los servicios que le ofrece el entorno de interoperabilidad de traducción de formatos de representación y adaptación a las interfaces de los servicios. El entorno de interoperabilidad ofrece estas facilidades pero el agente puede no usarlas si no las considera necesarias.

5. Solicitar la ejecución de la tarea y esperar a que el servicio devuelva una respuesta. El servicio puede estar representando a una organización externa, otra unidad de negocio de la misma organización o una aplicación heredada en la infraestructura TIC.
6. Registrar el resultado de la tarea en el entorno de ejecución y finalizar la tarea para que continúe con el flujo del proceso.

Por último, el despliegue concluye con la comunicación a los usuarios del trabajo realizado. Uno de los problemas más graves que se pueden presentar es que se bloqueen los procesos de cambio de la organización. Para ello es necesario desarrollar actividades para facilitar la introducción del sistema en la organización.

En realidad, esta labor de comunicación del proyecto debe realizarse desde que se comienza a analizar la organización pero, no cabe duda de que al final es donde mayor esfuerzo se debe realizar:

- Formación y soporte durante la puesta en marcha del personal de la unidad de negocio
- Elaboración de manuales de ayuda y guías rápidas del sistema de información

Se imparten los cursos que sean necesarios para que el personal adopte el nuevo sistema de información. La formación de los usuarios se realiza normalmente de forma presencial en las propias oficinas de la organización y se desarrollan realizando casos prácticos. Se entiende que el usuario no puede ser un receptor pasivo sino que es necesario generar entornos que promuevan su participación y una actitud activa. En este sentido los casos prácticos, que los propios usuarios plantean, facilitan la realización de los cursos.

Los manuales y ayudas en línea del sistema se diseñan de tal forma que puedan ser utilizados por diferentes tipos de usuarios del sistema. Estas ayudas se realizan antes de empezar la formación para valorar durante el propio curso las mejoras en dicha documentación. Además de los manuales, y orientado a usuarios experimentados, es conveniente contar con unas guías rápidas que refresquen rápidamente los medios disponibles del sistema y cómo utilizarlos.

5.5.4 Mantenimiento

El mantenimiento del sistema de información se realiza con una orientación de gestión y aseguramiento de la calidad, entendida como la adecuación del sistema a las necesidades de la organización y usuarios.

Para lograr la implantación de un sistema de información y garantizar la continuidad del mismo, es necesario que se establezca un compromiso por parte de la dirección. Una buena práctica es que la dirección delegue en una “Comisión coordinadora del Sistema de Información” la gestión de dicho sistema. El cometido de esta comisión es:

1. Sensibilizar al personal sobre los beneficios de disponer de un sistema de información que facilite la ejecución planificación y evaluación del rendimiento.
2. Gestionar las peticiones de mantenimiento y coordinar los cambios en el sistema de información.

Las necesidades de mantenimiento pueden surgir tanto para abordar tareas correctivas como evolutivas, es decir, tanto para resolver errores que se hayan podido introducir en el desarrollo como para mejorar el modelo de sistema de información que se haya desarrollado.

Normalmente son los usuarios los que solicitan cambios al sistema de información. Para permitirlo, se debe establecer un sistema estandarizado de registro de peticiones de mantenimiento, con el fin de canalizar los cambios propuestos.

Una vez que la petición ha sido registrada, se debe determinar el tipo de mantenimiento y cómo puede afectar al sistema de información para valorar su viabilidad. Se trata de establecer una gestión de cambios de los requisitos en la que, por cada variación de los mismos, se analice su impacto y, si es necesario, se acuerden con la organización los nuevos cambios.

En el caso de que se trate de una solicitud de mantenimiento correctivo, es imprescindible reproducir el problema. En el caso de un mantenimiento evolutivo, hay que realizar una revisión de todos los documentos de diseño para evitar ambigüedades, contradicciones,

requisitos incompletos o inviables, requisitos no asumidos, falta de diseño, etc.

Cuando se aceptan los cambios y se introducen en el modelo de negocio, se debe gestionar correctamente las pruebas y comprobar que el resultado obtenido es válido.

Para poner en funcionamiento el modelo de negocio debe existir una aprobación formal por parte de la comisión de seguimiento que valide el despliegue del nuevo modelo de negocio.

Con el nuevo modelo de negocio, es necesario actualizar el espacio de negocio para reflejar en el sistema de información los cambios realizados. El entorno de ejecución ofrece la funcionalidad de alienar apropiadamente el modelo y así mantener una coherencia entre lo que existe realmente en el espacio de negocio y lo que está definido en el modelo.

Esta actualización, que es automática y no requiere intervención por parte del usuario, implica modificar la estructura de la base de datos y la información que se publica en cada una de las tablas. Antes de hacer una actualización se realiza una copia de seguridad de los datos para evitar pérdidas por algún error que involuntariamente se haya podido introducir en el modelo.

6 Validación experimental

El modelado en base a unidades de negocio descrito en los capítulos anteriores ha sido probado en diferentes escenarios correspondientes a pequeñas organizaciones, tanto en el ámbito de las empresas privadas como de administraciones públicas. La metodología evolutiva que se ha seguido durante el desarrollo de la plataforma ha incluido la realización de proyectos con organizaciones reales que han permitido validar experimentalmente las hipótesis de este trabajo.

En este capítulo se describen algunos de los experimentos que se han llevado a cabo, habiéndose seleccionado aquellos que son más relevantes. Es importante resaltar que todos los experimentos que se describen en esta plataforma están actualmente en funcionamiento en las organizaciones.

En concreto se van a describir los siguientes experimentos:

1. Análisis y modelado de una organización
2. Traductores de ontologías
3. Interoperabilidad con aplicaciones externas y servicios de negocio

Se han escogido como experimentos sólo algunos de los proyectos que se han llevado a cabo. Sin embargo, consideramos que es apropiado incluir una lista de los proyectos que se han desarrollado y que nos han permitido evaluar las capacidades y ventajas que ofrece esta aproximación.

El conjunto de organizaciones analizadas es el siguiente:

1. Servicio Canario de Empleo
2. Intervención General e Intervenciones Delegadas
3. Dirección General de Planificaciones y Presupuestos

4. Consejería de Presidencia
5. Consejo Económico y Social
6. Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad Universitaria,
7. Consorcio de la Zona Franca de Gran Canaria,
8. Empresas del sector de la distribución de mercancías con actividades logísticas de almacenamiento
9. Empresas del sector portuario con actividades de estiba de mercancías e intermediación aduanera
10. Mancomunidad del Norte de Gran Canaria
11. Cabildo de la Gomera.
12. Agencia Canaria de Evaluación y Calidad Universitaria
13. Cabildo de El Hierro
14. Colegio Oficial de Biólogos de Canarias
15. Bourne Telecom, Inc.
16. First Nations
17. Asociación Canaria de Ingenieros de Telecomunicación
18. Grupo de empresas Ramón Arteaga Álvarez
19. Grupo Sanitario ICOT
20. Zona Comercial Alapyme
21. Zona Comercial Pedro Infinito
22. Gran Karting Club
23. Colegio Oficial de Arquitectos de Canarias
24. Junta Arbitral de Consumo

6.1 Consideraciones metodológicas

La entrada en producción en negocios reales con una solución como la que se propone ha tenido dificultades a la hora de convencer a los responsables de las organizaciones para utilizar esta plataforma y confiar en el equipo que estaba detrás.

La principal fuente de desconfianza es la dependencia absoluta a una solución, que si bien consideraban potente, les podía exponer a muchos riesgos como que se dejara de dar soporte al producto, se cambiaran las funcionalidades porque no son rentables o se ejercieran prácticas

monopolistas imponiendo tarifas desorbitadas para acometer los pequeños cambios que la organización requiriera.

Para paliar este recelo de las organizaciones, se planteó un modelo de distribución de software libre/abierto, lo cual ha sido una solución casi definitiva para inspirar la confianza necesaria. Este modelo de distribución no recela del cliente con lo que éste tampoco desconfía del proveedor de la solución.

Cuando una organización adquiere una licencia de uso de un producto software y recibe solamente el código ejecutable, tiene una aplicación doblemente cerrada, legal y técnicamente, para cualquier modificación de los mecanismos internos de dicha aplicación. Con una distribución de software libre/abierto, el sistema está completamente abierto ya que se permite a la organización estudiar el funcionamiento de la aplicación y hacer las modificaciones que desee.

En cierto modo, se reconoce a la organización cliente que ha contribuido a costear el desarrollo, y por lo tanto tiene derecho a conocer el código fuente de la aplicación y el permiso explícito para usarlo, modificarlo y extenderlo como quiera. Por ello, se ha elegido una licencia GPL [STALL07] para permitir además una evolución continua en base a las contribuciones económicas y necesidades de las organizaciones que usen la plataforma.

La legislación actual, permite a quien comercializa un software imponer las condiciones bajo las que puede usarse: alcance de uso, instalación y copia. Las licencias de software son el mecanismo legal que, a modo de contrato, utilizan los fabricantes de software para regular las condiciones de uso, y donde se estipulan las normas y cláusulas que rigen el uso de una aplicación software. Licenciar un software es el procedimiento por el que se concede a otra persona o entidad el derecho de usar un software con fines industriales, comerciales o personales, de acuerdo a las cláusulas que en ella aparecen. La distribución de aplicaciones con licencias restrictivas de uso suponen un gran obstáculo al desarrollo de la sociedad de la información.

La idea fundamental de una licencia GPL consiste en invertir las prohibiciones en las libertades que debería poder ejercer quien utiliza un software:

- Libertad para ejecutar el software sin importar el propósito.
- Libertad para estudiar el software y adaptarlo a sus necesidades. Para ello debe tener acceso al código fuente.
- Libertad para redistribuir copias
- Libertad para mejorar el software y redistribuir los cambios

Para garantizar estas libertades se diseña la licencia GPL que puede usarse libremente para la distribución del software. En esta licencia se introduce el concepto de copyleft como un método para forzar que todas las modificaciones o extensiones de un software libre sean libres igualmente.

Con este mecanismo de distribución, se favorece una situación en la que las pequeñas organizaciones tienen la oportunidad de adaptar y mejorar la plataforma partiendo del trabajo que se ha hecho previamente.

Si bien ninguna organización con la que se ha trabajado lo ha hecho, al menos se ha dado la opción de elegir libremente la contratación de profesionales informáticos para la implementación de los cambios que requiera.

Este modelo de distribución ha permitido además que las adaptaciones o extensiones que se han ido haciendo para las necesidades de una organización puedan ser aprovechadas igualmente por otras organizaciones, generando una constante realimentación de la que se ven beneficiadas todas ellas.

Además se ha permitido efectuar un desarrollo colaborativo con las empresas, en las que éstas han podido hacer uso del software para desplegar espacios de negocio o si lo han requerido hacer modificaciones o ampliaciones en el software. Los proyectos de estas empresas han servido también como fuente de experimentación para contrastar algunas hipótesis de la visión que se ha definido.

Elegir una licencia GPL ha servido además para el desarrollo incremental de las funcionalidades de la plataforma ya que, cuando cada una de las organizaciones ha apostado por la solución, ha contribuido a que la plataforma evolucione [RAYM98] [SCAC02]. Cada contribución individual tiene el potencial para generar un retorno adecuado a la inversión en la organización que lo realiza teniendo como resultado final herramientas que están adaptadas a la medida de cada organización, pero que quedan disponibles para otras organizaciones que en el futuro vayan a usarla.

Esta visión ha derivado un proceso de desarrollo en continua evolución aprovechando las oportunidades que se presentan y desarrollando incrementalmente la solución en función de las necesidades concretas que van mostrando los usuarios.

Debido a esta forma de evolución, en la gestión del proyecto no ha existido un plan formal, sino más bien una hoja de ruta en la que se han planteado las funcionalidades pendientes de abordar en cada momento.

6.2 Análisis y modelado de una organización

La primera experimentación que se va a describir está relacionada con el análisis y modelado de una organización. Para ello, se ha escogido a una de las organizaciones a la que se ha desarrollado un sistema de información: la Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad y Acreditación Universitaria (ACECAU).

6.2.1 La Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad

La ACECAU es un organismo autónomo, adscrito a la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias, y tiene un fuerte compromiso con la mejora continua y la satisfacción de sus usuarios en los servicios que ésta presta. Para tal fin ha desarrollado un sistema de calidad, en el que ha incluido sus estrategias y objetivos.

La Ley Orgánica de Universidades de 21 de diciembre de 2001, establece en su artículo 31.1 que las comunidades autónomas podrán crear agencias autonómicas de evaluación, en el ámbito de sus respectivas competencias. Fue así como se creó la ACECAU, a través de la Ley 2/2002 del Gobierno de Canarias, de 27 de marzo:

“Se crea la Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad y Acreditación Universitaria como Organismo Autónomo de carácter administrativo adscrito a la Consejería con competencia en temas de educación, que asumirá las funciones establecidas en la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, así como las que se deriven de los contratos-programas del Gobierno con las universidades canarias. Se faculta al Gobierno, previo informe de las universidades canarias, para dictar las disposiciones reglamentarias para el desarrollo y funcionamiento de la agencia, así como a introducir las modificaciones presupuestarias precisas, dentro de los créditos aprobados en la Ley 9/2001, de 28 de diciembre, de Presupuestos Generales de la Comunidad Autónoma para 2002, que sean necesarias para su funcionamiento”.

Los principales objetivos de la ACECAU son:

- La contribución al Sistema Universitario Canario (SUC) mediante la evaluación, acreditación y certificación independientes de los componentes fundamentales del mismo: enseñanzas, profesorado, instituciones y políticas.
- El análisis y prospectiva del SUC y la elaboración de propuestas orientadas al fomento de la calidad y la adecuada planificación del mismo.
- La información a la sociedad sobre la calidad, funcionamiento y resultados del SUC.

La consecución de estos objetivos estará siempre guiada por los principios que rigen la actividad de la Agencia, basados en el respeto a la autonomía; la colaboración con universidades, administraciones, agencias de calidad y otros organismos; la transparencia de su gestión; y el compromiso con la excelencia en el desarrollo de sus actividades.

6.2.2 Recursos humanos

Los recursos humanos con los que cuenta la Agencia son los siguientes: director, jefe de servicio, jefe de negociado, auxiliar de dirección, coordinador técnico y técnicos.

El director es el responsable de la Agencia y tiene entre sus competencias: representar a la Agencia, impulsar y procurar la ejecución de las actividades dirigidas al desarrollo efectivo de las funciones de la Agencia; informar al Consejo Rector de la ACECAU sobre la ejecución de los planes anuales de actuación, y someter a su consideración las memorias y documentos relativos a las actividades desarrolladas; confeccionar y preparar la documentación económico-contable de la Agencia de acuerdo con la dotación presupuestaria.

Las principales misiones del jefe de servicio son el apoyo técnico al director y el asesoramiento técnico de temas específicos de la Agencia.

El jefe de negociado debe proporcionar apoyo material al director y encargarse de la gestión del registro de entrada y salida de la Agencia.

El auxiliar de dirección presta apoyo técnico al director y a la jefatura de servicio, debe llevar a cabo la coordinación de todos los aspectos relacionados con el eficaz funcionamiento del sistema de calidad. Para ello debe: mantener actualizada la documentación del sistema disponible para el personal; asegurar el acceso de todo el personal a la documentación del sistema de calidad que le corresponde; mantener el archivo de los documentos del sistema de calidad de los que es responsables; sensibilizar al personal con los requisitos del cliente y del sistema; informar a la Dirección puntualmente sobre el funcionamiento del sistema y las posibles mejoras del servicio.

El coordinador técnico tiene como competencias: la coordinación y planificación de las unidades de negocio de evaluación, acreditación y prospectiva de la ACECAU; y el asesoramiento técnico al director de la Agencia.

El personal técnico de la Agencia, en función del área a la que estén asignados, tiene las siguientes competencias:

- Evaluación del profesorado. Tienen la responsabilidad de realizar la verificación previa a la valoración de los méritos del personal docente e investigador de las universidades públicas canarias de cara a la concesión de complementos retributivos; la realización de la verificación previa a la valoración de los méritos previa a la contratación de profesorado Contratado Doctor, Ayudante Doctor y Colaborador por las universidades públicas canarias; la evaluación de los méritos para la obtención de la acreditación de la experiencia investigadora para la elaboración, tribunal, defensa y evaluación de Tesis Doctorales en la ULPGC; y la realización de cualquier actividad de evaluación y acreditación en el ámbito universitario que resulten convenientes.
- Análisis y prospectiva. Sus funciones son la realización de estudios y propuestas para el fomento de la calidad en la actividad docente e investigadora; la evaluación del impacto desarrollado como consecuencia de las reformas generales del sistema universitario; y la elaboración de sistemas de indicadores o herramientas similares que, teniendo en cuenta la realidad de la Comunidad Autónoma, permitan valorar la eficacia y eficiencia del sistema universitario de Canarias.
- Evaluación de Titulaciones, encargada de la evaluación y acreditación de enseñanzas y titulaciones universitarias (Grados y Postgrados).
- Evaluación de Servicios y Departamentos, cuya principal responsabilidad es la evaluación y acreditación de departamentos y servicios universitarios.

6.2.3 Servicios

De especial interés para este caso de estudio son los servicios que la Agencia presta al profesorado y a las universidades canarias. Estos servicios son:

- Servicio de evaluación del profesorado. Orientado a la verificación previa a la valoración de los méritos del personal docente e investigador de las universidades públicas canarias de cara a la concesión de complementos retributivos; la realización de la verificación previa a la valoración de los méritos previa a la contratación de profesorado contratado doctor, ayudante doctor y colaborador por las universidades públicas canarias; la evaluación de los méritos para la obtención de la acreditación de la experiencia investigadora; la realización de cualquier actividad de evaluación y acreditación en el ámbito universitario que resulten convenientes.
- Servicio de análisis y prospectiva. Orientado a la realización de estudios y propuestas para el fomento de la calidad en la actividad docente e investigadora; la evaluación del impacto desarrollado como consecuencia de las reformas generales del sistema universitario; la elaboración de sistemas de indicadores o herramientas similares que, teniendo en cuenta la realidad de la Comunidad Autónoma, permitan valorar la eficacia y eficiencia del sistema universitario de Canarias.
- Servicio de evaluación de titulaciones, orientado a la evaluación y acreditación de enseñanzas y titulaciones universitarias (Grados y Postgrados).
- Servicio de evaluación de servicios y departamentos, cuyo objetivo es la evaluación y acreditación de departamentos y servicios universitarios.

El análisis y descripción de todos los servicios de la ACECAU en este capítulo sería demasiado extenso. Dado que el objetivo es proporcionar un caso de estudio que permita mostrar el marco analítico, en el resto del apartado nos concentraremos en la descripción de los servicios relacionados con la evaluación del profesorado.

La unidad de evaluación del profesorado tiene como misión:

- Realizar la acreditación exigida para la contratación de profesorado por las universidades públicas canarias: servicio de acreditación del profesorado.
- Realizar la valoración de los méritos para el establecimiento de retribuciones adicionales del profesorado de las Universidades públicas canarias: servicio de valoración de méritos.
- Realizar la acreditación de la experiencia investigadora del profesorado: servicio de acreditación de la experiencia investigadora

6.2.4 Servicio acreditación del profesorado

El reglamento de la Universidades canarias exige, en los artículos 3.2, 4.2 y 5.1 del Decreto 140/2002 sobre el régimen del personal, docente e investigador contratado y sobre complementos retributivos del profesorado de las Universidades canarias, que para ser contratado un profesor debe obtener acreditación emitida por la Agencia Canaria de Evaluación. El servicio de acreditación del profesorado permite a los profesores obtener esta acreditación, previa solicitud presentada ante la Agencia. Una vez evaluado (positivamente), el profesor obtiene la acreditación de la ACECAU, la cual puede utilizar para ser contratado por alguna de la Universidades canarias.

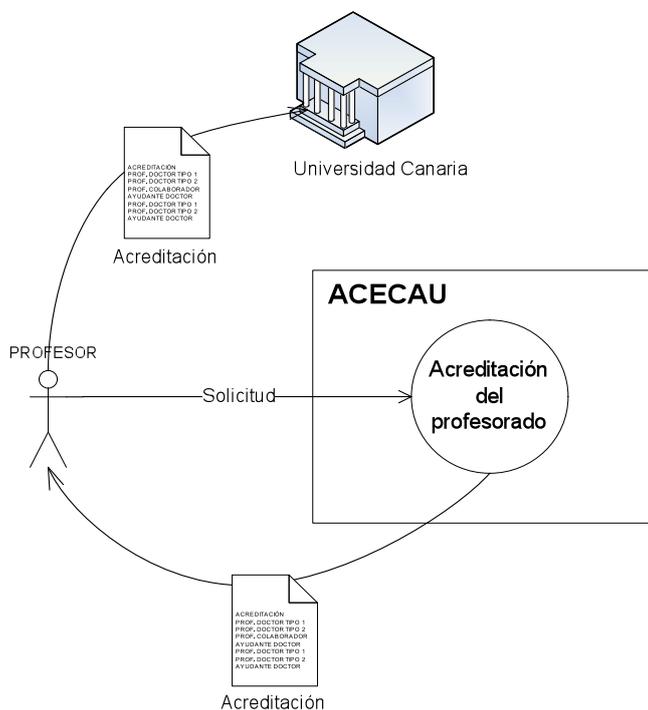


Figura 6-1. Servicio de acreditación del profesorado

6.2.5 Servicio de valoración de méritos del profesorado

Los complementos retributivos son un instrumento extremadamente importante para incentivar de manera inmediata el incremento cualitativo de la actividad docente e investigadora y de gestión del profesorado de las universidades canarias, además de un estímulo individualizado al profesorado. Su objetivo explícito es premiar el cumplimiento de las obligaciones docentes, investigadoras y de servicios que realiza el profesorado, cuando se llevan a cabo por encima de unos ciertos estándares mínimos de calidad.

El Decreto 140/2002, anteriormente citado, señala en su artículo 9.2 que “la asignación de los complementos exigirá la previa valoración positiva de los mérito en que se sustentan por la Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad y Acreditación Universitaria, de acuerdo con el protocolo de evaluación aprobado al efecto por la propia Agencia y con arreglo a criterios objetivos.”

El servicio de valoración de méritos del profesorado permite a los profesores que sean evaluados sus méritos de forma objetiva para obtener la retribución por asignación de complementos.

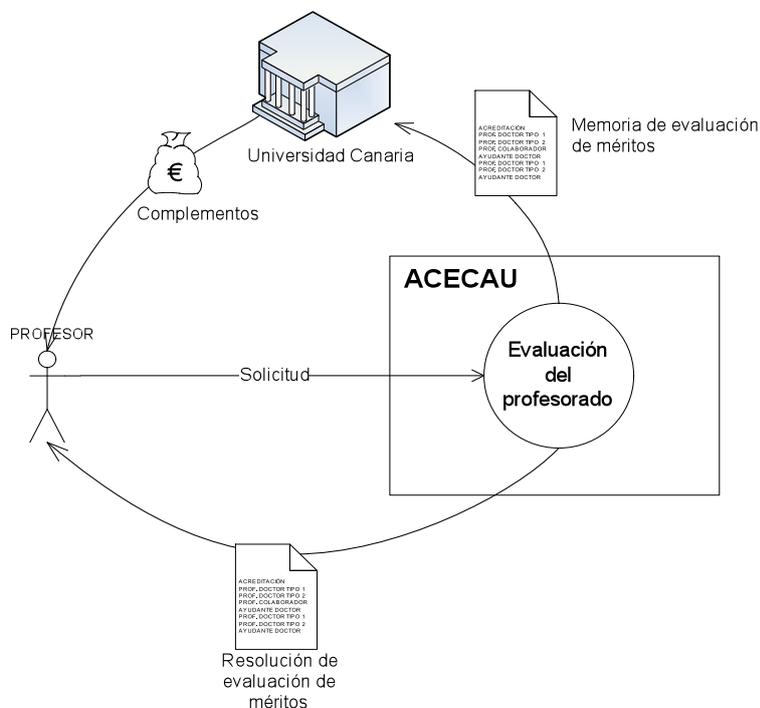


Figura 6-2. Servicio de valoración de méritos del profesorado

Este servicio permite al profesor la evaluación de sus méritos docentes, investigadores e institucionales que le son comunicados, una vez evaluados, mediante Resolución del Director de la ACECAU. A las Universidades canarias les proporciona los méritos alcanzados por los profesores solicitantes, garantizando la objetividad e independencia de la evaluación. Una vez evaluados (positivamente) estos méritos tienen un efecto económico en el salario del profesor.

6.2.6 Servicio de acreditación de la experiencia investigadora

El servicio de acreditación de la experiencia investigadora permite a los profesores obtener una evaluación objetiva de su experiencia

investigadora para optar a determinadas convocatorias de proyectos de investigación o participar en actos académicos concretos.

Por ejemplo, para que un profesor pueda optar a participar en un tribunal de tesis en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria es necesario que tenga acreditada su experiencia investigadora. Ésta se consigue obteniendo la acreditación de la Comisión Nacional de Evaluación de la Actividad Investigadora (CNEAI) de un sexenio de investigación o tres tramos de investigación acreditados por la ACECAU.

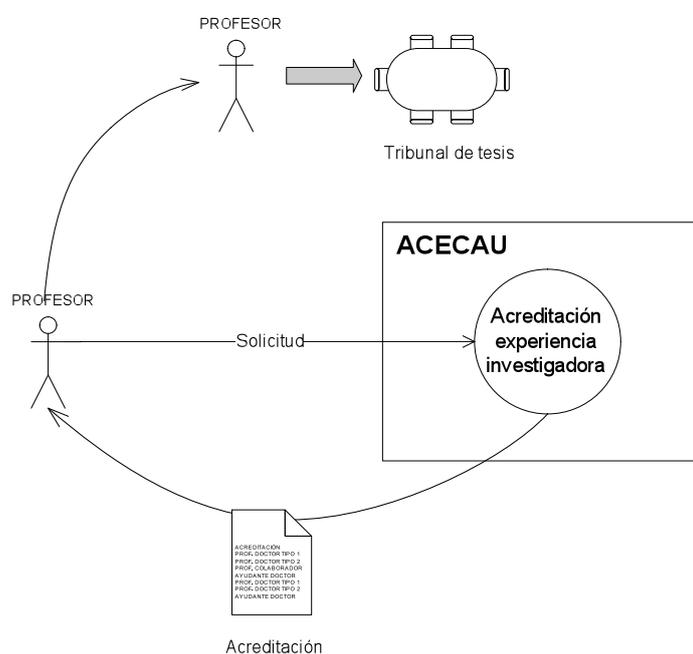


Figura 6-3. Servicio de acreditación de la experiencia investigadora

6.2.7 Unidades de negocio

La arquitectura del negocio se concibe como una estructura de unidades de negocio sobre la que se definen relaciones de dependencia. Estas relaciones de dependencia reflejan las interacciones que se producen entre unidades de negocio durante la ejecución de un proceso de negocio. Normalmente, las relaciones de dependencia se establecen entre la unidad de negocio que realiza una petición y la unidad de negocio que la recibe y la atiende.

La arquitectura propuesta se compone en una unidad de negocio de atención al cliente y un conjunto de unidades de negocio para la gestión de los procesos. Entrando algo más en detalle las unidades son:

- La unidad de negocio de atención al cliente tiene la función de recibir las peticiones de servicio de los profesores, investigadores, centros, departamentos o universidades. Esta unidad de negocio representa el servicio de atención al cliente y su misión, además de atender a los clientes de la Agencia, es distribuir las peticiones de servicio a las unidades de negocio internas de la Agencia. Esta unidad de negocio actúa como fachada del servicio y por tanto es el punto de acceso de los usuarios. Cada petición de servicio que reciba esta fachada, debe verificar que la petición es correcta, que se realiza en tiempo y forma, y que está toda la documentación requerida. Además, en esta unidad de negocio se llevan a cabo las actividades relacionadas con la remisión de las solicitudes a los interesados.
- Unidades de evaluación: la unidad de evaluación del profesorado, la unidad de análisis y prospectiva, la unidad de evaluación de titulaciones y la unidad de evaluación de servicios y departamentos. Cada una de estas unidades de negocio cuenta con un responsable cuya función es el estudio, propuesta y gestión de expedientes, así como del examen, asesoramiento y tramitación de solicitudes.
- El comité de expertos, cuya función es la de valorar los expedientes preparados por cada una de estas unidades de negocio. Para resolver las solicitudes de una convocatoria, este

comité, a partir de un informe preceptivo elaborado por las unidades técnicas correspondientes, elabora un informe definitivo que es el fundamento para la resolución que finalmente emite la Agencia.

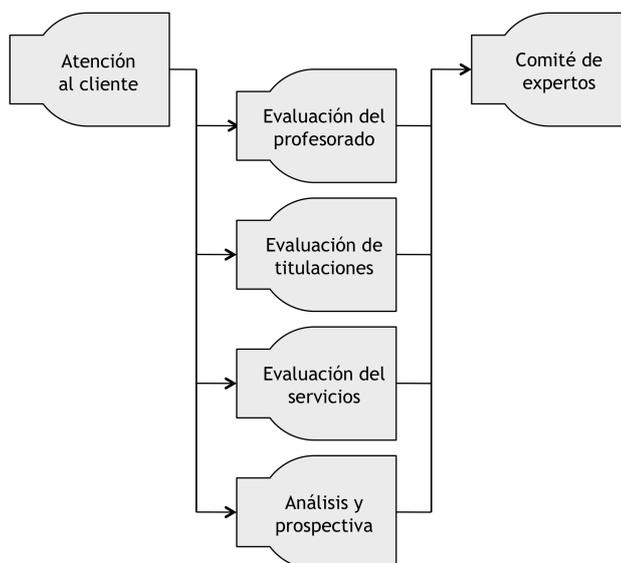


Figura 6-4. Arquitectura de unidades de negocio de la ACECAU

6.2.8 Criterios arquitectónicos

Una de las ventajas de esta arquitectura es que independiza a la Agencia de la forma en la que se lleva a cabo el proceso de evaluación. En caso de recibir una avalancha de solicitudes, esta arquitectura permitiría que la Agencia externalizara determinadas tareas en otras organizaciones como la CNAE, que lleven a cabo los servicios de evaluación.

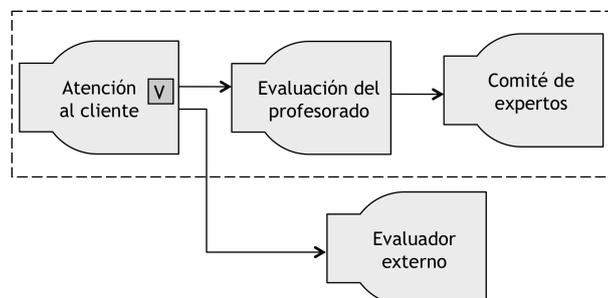


Figura 6-5. Recursos para la evaluación del profesorado

De hecho, para la acreditación de la experiencia investigadora, actualmente hay dos alternativas una vez ha sido registrada la solicitud del profesorado:

- Evaluarse por la unidad de evaluación del profesorado y el comité de expertos
- Remitirse a un evaluador externo que se encargará de estudiarlo y emitir un dictamen.

Desde el punto de vista de la unidad de negocio de atención al cliente, el proceso es completamente transparente, ya que siempre seleccionaría un recurso virtual de evaluación del profesorado. Este recurso virtual se puede corresponder bien con un evaluador externo, bien con la unidad de evaluación del profesorado de la propia Agencia.

En ambos casos, el expediente debe llegar a un recurso virtual de la unidad de atención al cliente que se encarga remitir el expediente a la unidad de negocio que se seleccione.

Internamente, cada unidad de negocio de evaluación puede tratar de forma diferente el proceso de evaluación:

- Cuando se trata de un evaluador externo, éste revisa el expediente, emite un informe definitivo sobre la evaluación del expediente y devuelve el expediente, junto con el informe.
- Cuando la evaluación la realice la unidad de evaluación de la Agencia, el proceso está más definido pero debe producir el mismo resultado que en el caso anterior

Por otro lado, esta arquitectura permitiría especializar a los trabajadores en dar un buen servicio al usuario, conocer las necesidades de los usuarios y proporcionarles la mejor atención posible. Cuando una organización centra sus esfuerzos en la administración y el control, da lugar a que las áreas internas creen políticas o normas que no tengan en cuenta las necesidades del usuario y no perciban el impacto que dichas políticas generan en la percepción del servicio.

Para ello, se ha definido la unidad de negocio de atención al cliente. En la actualidad, esta unidad de negocio tiene como única misión recoger y remitir documentos. No obstante, esta arquitectura permitiría en el futuro plantear estrategias de gestión de la relación con el cliente, llevando a cabo procesos específicos. El objetivo que se pretende alcanzar es la mejora continua de la calidad del servicio que ofrece actualmente la Agencia a sus usuarios, con el deseo de acercar y facilitar el acceso a los usuarios, crear una mejor experiencia con el cliente y proyectar la mejor imagen posible de la Agencia.

La especialización de la atención al cliente permite que pueda mejorarse el nivel de satisfacción del usuario en cuanto a que hay personal preocupado en facilitar el trabajo al usuario; y ofrecer y ampliar la información que pueda necesitar. Esta unidad de negocio debe orientarse en el futuro a facilitar el acceso del usuario a la administración proporcionándole toda la información necesaria para poder realizar cualquier trámite o informarle a cerca del estado de sus expedientes.

Esta arquitectura también permitiría tener varias unidades de negocio de atención al cliente descentralizadas para dar soporte a los profesores-investigadores en diferentes ubicaciones geográficas, y prepara a la Agencia para acercar al usuario los servicios a través de su portal Web u otro tipo de servicios de información accesibles, por ejemplo atención telefónica por voz y vía SMS.

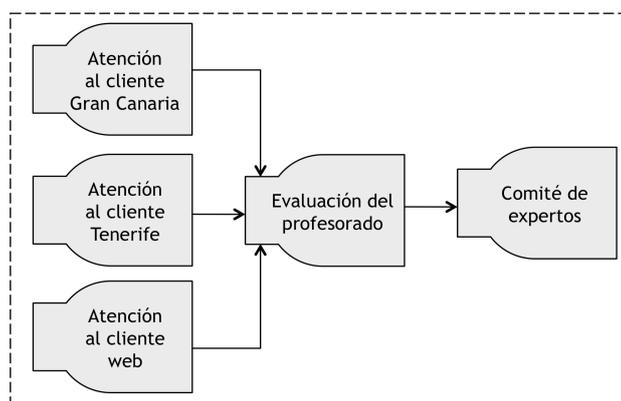


Figura 6-6. Servicios de atención al cliente descentralizados

6.2.9 Modelo de negocio

En Monet, para implementar la arquitectura de negocio descrita es necesario desarrollar los modelos de negocio correspondientes a cada tipo de unidad de negocio. Cada uno de estos modelos de negocio se compone de modelos de servicios, de procesos y de entidades, con todas las definiciones necesarias orientadas a describir la unidad de negocio correspondiente.

Los modelos de negocio se utilizarán para dar soporte al sistema de información de cada unidad de negocio y por tanto es necesario que existan diferentes tipos de definiciones: a nivel organizacional, para describir la visión externa que ofrece el negocio; a nivel operacional, para describir la visión interna de cómo se desarrolla el negocio; y a nivel tecnológico, para describir cómo se traducen en el sistema determinados aspectos del modelo, por ejemplo la visualización o el almacenamiento de las entidades.

En un modelo de negocio está descrita la estructura y funcionamiento de un tipo de unidad de negocio. Por lo tanto, un mismo modelo de negocio puede servir como base para la creación de una o más unidades de negocio del mismo tipo. En el caso concreto de la ACECAU, cada uno los modelos de negocio desarrollados se utilizan para implantar solamente una unidad de negocio. No obstante, es perfectamente posible la existencia de dos o más unidades de negocio asociadas a un mismo modelo de negocio.

6.2.10 Modelo de procesos

Los profesores que deseen someterse a una acreditación, valoración de méritos docentes o evaluación de la experiencia investigadora, envían a la ACECAU la solicitud junto con los documentos preceptivos que requiera el servicio que estén solicitando:

- Para la acreditación, deben adjuntar el Currículum Vitae normalizado en el que describen todos los méritos que se vayan a evaluar y la documentación que justifica dichos méritos.

- Para la evaluación de méritos docentes, deben adjuntar una fotocopia cotejada del D.N.I., documentación acreditativa de la vinculación contractual o funcionarial con las universidades y una memoria por cada complemento que solicite en la que se describan los méritos que alegue.
- Para la evaluación de la experiencia investigadora, deben adjuntar la memoria de evaluación y la documentación justificativa de los méritos alegados debidamente cotejados.

La forma de llevar a cabo el proceso de evaluación es la siguiente:

La unidad de negocio de atención al cliente, antes de dar de entrada la solicitud, comprueba que la documentación adjunta aportada es correcta. En caso de no encontrarse esta documentación, se elabora requerimiento de documentación para el interesado y se pasa a la firma del jefe de servicio o, en su defecto, del director.

Una vez hecha la comprobación previa de la documentación, se procede a registrar la entrada en la Ventanilla Única del Gobierno de Canarias. En dicha Ventanilla Única, se registra de entrada tanto en el Registro General del Gobierno como en el registro particular de la ACECAU.

Tras registrar la documentación, y comprobar que se trata de una solicitud de evaluación de un profesor, el expediente se hace llegar a la unidad de evaluación del profesorado donde un técnico procede a verificar la veracidad y validez de todos los méritos y a evaluarlos provisionalmente. Si durante la evaluación se comprueba que falta alguna documentación o que algún aspecto no queda suficientemente justificado, se elabora requerimiento de documentación para el interesado. Si la documentación requerida es recibida antes de la reunión del comité de expertos, se le da de entrada, se incluye en el expediente y es considerada en la evaluación previa. Si no es así, el mérito alegado en el currículum sencillamente no se considera.

El día antes de la reunión del comité de expertos, la unidad de negocio de evaluación del profesorado elabora un informe perceptivo con el resultado de la evaluación provisional de los expedientes abiertos hasta la fecha.

En función del tipo de proceso que se esté ejecutando, en este informe perceptivo, se especifican:

- Acreditación del profesorado: el profesor que está siendo acreditado (nombre, apellidos, NIF, universidad a la que pertenece), la figura contractual que solicita le sea acreditada, la puntuación obtenida en la evaluación previa y el resultado de la evaluación previa: favorable o desfavorable.
- En la valoración de méritos del profesorado se especifican: el profesor que está siendo evaluado (nombre, apellidos, NIF, universidad a la que pertenece), la puntuación obtenida para cada uno de los complementos solicitados y el nº de tramos logrado en cada uno de los complementos solicitados.
- En la acreditación de la experiencia investigadora: el investigador que está siendo acreditado (nombre, apellidos, NIF, universidad a la que pertenece), la puntuación obtenida en la evaluación previa y el resultado de la evaluación previa: favorable o desfavorable.

Este informe preceptivo, junto con los expedientes de todos los solicitantes, se comunica al comité de expertos el día en que se reúnen.

Tras revisar los expedientes y la evaluación provisional, el comité levanta acta de la reunión que es firmada por el Presidente, el Secretario y el Vocal. A la vez, elaboran el informe de evaluación definitivo que adjuntan al acta.

El informe de evaluación definitivo se devuelve a la unidad de evaluación del profesorado. A partir de este informe, se procede a elaborar la resolución del director con la que se dicta el resultado de la evaluación. Todas las resoluciones se elaboran simultáneamente tras la comunicación del informe del comité.

Tras la elaboración de la resolución, ésta se devuelve la resolución a la unidad de negocio de atención al cliente para la firma del director. En esta unidad de negocio, una vez el director haya firmado, se procede a la inscripción de la resolución en el libro de inscripciones, en el que se deja constancia de la fecha de inscripción y del profesor evaluado, así como del resultado de la evaluación. Una vez inscrita se guarda una copia de la resolución en el libro de resoluciones. En este libro se guardan todas las resoluciones de la ACECAU.

Luego se procede a notificar la resolución al interesado. Se elabora un oficio de remisión al que se adjunta la resolución. Una vez elaborado se le asigna un registro de salida y se envía al interesado. El expediente queda abierto ante la posible llegada de un recurso de alzada de la resolución.

Cuando todas las resoluciones han sido comunicadas, se procede a elaborar un informe resumen de la evaluación o acreditación para cada una de las Universidades Canarias. A cada Universidad se le comunican los resultados de procesos correspondientes a aquéllos profesores que le pertenecen.

El modelado de procesos correspondiente se refleja en la siguiente figura.

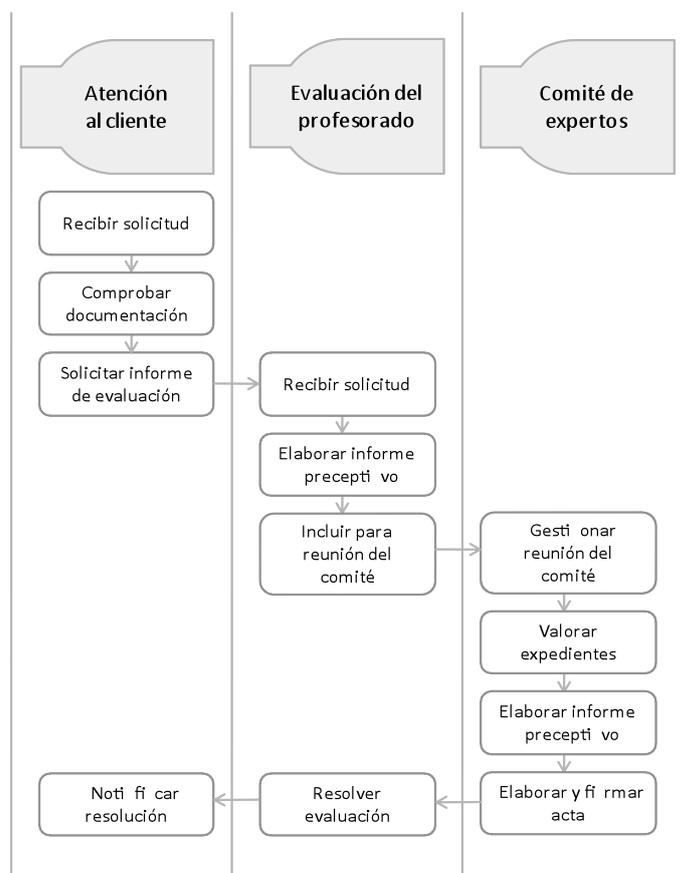


Figura 6-7. Proceso general de evaluación del profesorado

6.2.11 Expedientes de evaluación

La actividad de la unidad de evaluación del profesorado se centra primordialmente en la evaluación de los méritos del profesorado de cara a la emisión de acreditaciones de profesorado, de evaluación de méritos para los complementos retributivos y de la experiencia investigadora.

Aunque cada una de las gestiones de estas acreditaciones da lugar a un tipo de expediente distinto, consideraremos a un expediente de evaluación como un expediente abstracto para tramitar un servicio, iniciado a partir de una solicitud de acreditación y que almacena toda la información de la gestión de dicho servicio.

En el sistema, un expediente de evaluación, figura 6.8, viene caracterizado por un número de expediente y por la fecha en la que se le dio de alta en el sistema de información. El expediente de evaluación está relacionado con la ficha de un profesor que ha solicitado la acreditación, en donde se almacena información sobre los datos personales y de notificación.

Un expediente de evaluación está relacionado con el correspondiente expediente de reunión del comité, que almacena información sobre la fecha en la que se reunirá el comité de expertos que evaluará con carácter definitivo el expediente, así como toda la documentación relacionada con la reunión.

El estado del expediente marca la fase en la que se encuentra la gestión, facilitando así su seguimiento. Los posibles estados de un expediente de evaluación son:

- **Tramitándose:** cuando el expediente se encuentra en este estado, se ha presentado la solicitud de acreditación y se están llevando a cabo los trámites necesarios para realizar una evaluación provisional de la acreditación.
- **Evaluado:** cuando el expediente se encuentra en este estado, el comité ya se ha reunido y ha emitido el informe definitivo de evaluación.
- **Resuelto:** cuando el expediente se encuentra en este estado, se ha elaborado, firmado e inscrito la resolución de acreditación.
- **Comunicado:** cuando el expediente se encuentra en este estado, se ha elaborado el oficio de remisión y se le ha dado de salida, comunicando al interesado el resultado de la gestión. El Servicio queda a la espera de la presentación de un recurso de alzada.
- **Archivado:** cuando el expediente se encuentra en este estado, se ha cumplido el plazo para la presentación de recurso de alzada sin que ésta se haya producido, dando por finalizada la gestión de acreditación.

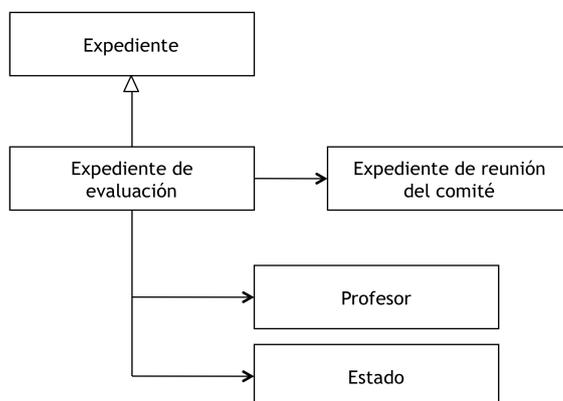


Figura 6-8. Expediente de evaluación

6.2.12 Expedientes de acreditación del profesorado

Un expediente de acreditación del profesorado es una evaluación que contiene toda la documentación relativa a la gestión de la acreditación del profesorado de cara a su contratación por parte de las Universidades Canarias. Este expediente se inicia cuando un profesor presenta una solicitud de acreditación del profesorado.

El expediente guarda información sobre la figura contractual solicitada. La figura contractual determina las condiciones y requisitos en que un profesor puede ser contratado por alguna de las universidades. Las posibles figuras contractuales que se pueden solicitar son:

- Profesor ayudante doctor: desarrollarán tareas docentes y de investigación, con dedicación a tiempo completo, por un máximo de cuatro años improrrogables.
- Profesor contratado doctor tipo 1: desarrollarán tareas de docencia y, prioritariamente, de investigación, con dedicación a tiempo completo y con carácter indefinido.
- Profesor contratado doctor tipo 2: desarrollarán tareas de docencia y, prioritariamente, de investigación, con dedicación a tiempo completo por periodo de 6 años renovables; la renovación está sujeta a la evaluación positiva de los resultados de su actividad.

- Profesor colaborador: desarrollarán tareas exclusivamente docentes, con una dedicación de al menos doce horas semanales a tiempo completo o parcial.

Ninguna de las figuras contractuales es incompatible con otra, no están sujetas a caducidad y ninguna de ellas incluye o abarca a otra. Aunque un profesor puede presentar (simultáneamente o en diferentes fechas) varias solicitudes de acreditación para cualquiera de las figuras contractuales, un expediente de acreditación sólo almacena información sobre la gestión de una solicitud de acreditación; por tanto, cada solicitud, aún viniendo del mismo profesor y en la misma fecha, dará lugar a expedientes distintos.

El expediente de acreditación guarda información sobre la universidad a la que pertenece el profesor y su área de conocimiento. Esta información es importante de cara a la elaboración de informes estadísticos. Además, el área del conocimiento es importante para convocar al comité de expertos y distribuir los expedientes durante su reunión, ya que por regla general suelen seleccionarse a los miembros del comité en base la distribución de áreas de conocimiento pendientes de resolver, asegurando que habrá expertos en las áreas de conocimiento mayoritarias.

El expediente también guarda información sobre la puntuación obtenida, tanto en la evaluación previa como en la definitiva, así como del resultado de la evaluación, que puede ser:

- Favorable: cuando se evalúe positivamente la figura de Profesor Colaborador.
- Positiva: cuando se evalúe positivamente una figura diferente de la de Profesor Colaborador.
- Desfavorable: cuando se evalúe negativamente la figura de Profesor Colaborador.
- Negativa: cuando se evalúe negativamente una figura diferente de la de Profesor Colaborador.

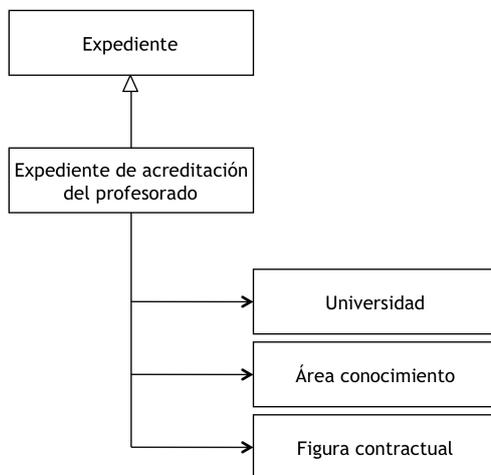


Figura 6-9. Expediente de acreditación del profesorado

Por otro lado, los expedientes de acreditación almacenan diferentes tipos de documento:

- Documentos de acreditación de entrada
- Documentos de trabajo
- Documentos de acreditación de salida.

Los documentos de acreditación de entrada aportados por los solicitantes dan lugar al inicio de los trámites de acreditación. Entre estos documentos destaca la solicitud de acreditación que normalmente viene acompañada por la memoria de evaluación y la documentación justificativa de los méritos alegados debidamente cotejados. Todo documento de entrada tiene: número y fecha de registro general (representa el registro de entrada anotado en el registro general del Gobierno de Canarias), número y fecha de registro de la ACECAU (representa el registro de entrada anotado en el registro de la Agencia). Opcionalmente, un documento de entrada puede tener, además, un número y fecha de registro de origen, que representa el registro de entrada anotado en el registro en el que se presentó la documentación, cuando ésta sea diferente del registro de la Agencia.

Los documentos de trabajo, generados por los técnicos durante la gestión, sirven para evaluar el expediente y para elaborar la resolución. Los documentos de trabajo son las diferentes planillas de evaluación

para la valoración provisional realizada por los técnicos. Todas las planillas de evaluación tienen en común la puntuación total obtenida y el resultado provisional de la acreditación. Las planillas de evaluación se dividen en diferentes secciones y tienen restricciones sobre las puntuaciones máximas en cada sección.

Por ejemplo, un profesor doctor tipo 1 tiene un máximo en la sección de formación académica de 15 puntos, mientras que un profesor ayudante docto puede tener un máximo de 45 puntos.

Los documentos de salida, generados son: requerimiento de documentación, resolución de acreditación y oficio de remisión. Todo documento de salida tiene un número y fecha de registro general de salida, un número de registro de la ACECAU de salida y un número y fecha de notificación.

Las resoluciones de acreditación se relacionan con un asiento de resolución del Director. El carácter de la resolución informa sobre el resultado del procedimiento. Para cada uno de los posibles resultados del procedimiento, existe un modelo de resolución de acreditación.

Estos son:

- Resolución positiva/favorable: se elaborará cuando el resultado de la evaluación sea positivo. En caso de tratarse de un Profesor Colaborador, el carácter de la resolución será favorable; en otro caso, será positiva.
- Resolución negativa/desfavorable: se elaborará cuando el resultado de la evaluación sea negativo. En caso de tratarse de un Profesor Colaborador, el carácter de la resolución será desfavorable; en otro caso, será negativa.
- Resolución de desestimiento: se elaborará cuando el interesado desista de su solicitud.
- Resolución de archivo: se elaborará cuando no sea posible resolver positiva o negativamente el expediente por no estar en posesión de la documentación necesaria para pronunciarse.

6.2.13 Expedientes de valoración de méritos del profesorado

Un expediente de evaluación del profesorado es un expediente que contiene toda la documentación relativa a la gestión de la evaluación del profesorado de cara a la asignación de complementos retributivos. Este Expediente se inicia cuando un profesor presenta una Solicitud de evaluación para la asignación de complementos.

El expediente guarda información sobre el número de tramos solicitado de cada complemento, así como del número de tramos finalmente concedidos en cada complemento. Un profesor puede solicitar la evaluación para tres posibles complementos:

- Complemento 1, o Méritos Docentes: premia la excelencia en la Docencia. El periodo de evaluación de este complemento toma en consideración los últimos cuatro años y tiene efectos económicos durante los cuatro años siguientes. Tras resolver positiva o negativamente, un profesor no puede solicitar este complemento durante los cuatro años siguientes.
- Complemento 2, o Méritos Investigadores: premian la calidad de la investigación y estimulan la innovación científica y tecnológica. El periodo de evaluación considera los últimos seis años y tiene efectos económicos durante otros seis.
- Complemento 3, o Servicios Institucionales: recompensan la dedicación al desempeño de cargos académicos y la promoción de actividades docentes e investigadoras que benefician a la Universidad. El periodo de evaluación es de cuatro años y tiene efectos económicos durante otros cuatro.

Cada complemento se divide, a su vez, en tres tramos retributivos. En base a la puntuación por méritos que el profesor alcance, puede solicitar uno, dos o tres tramos. La división se hace de acuerdo al siguiente baremo:

- Tramo 1: el profesor ha obtenido una puntuación entre 10 y 14,99 puntos.

- Tramo 2: el profesor ha obtenido una puntuación entre 15 y 19,99 puntos.
- Tramos 3: el profesor ha obtenido una puntuación mayor o igual a 20 puntos.

Adicionalmente, el expediente guarda información sobre la dedicación laboral del profesor (si es a tiempo completo o parcial) así como la Universidad a la que pertenece.

Todo expediente de evaluación se relaciona con una Convocatoria de Complementos Retributivos dentro de la cuál ha de resolverse el expediente. Las Convocatorias de Complementos Retributivos se abren con la publicación de la Orden de la Consejería de Educación en la que se establecen los plazos para la presentación de solicitudes y la fecha a partir de la cuál entrarán en vigor los efectos económicos resultantes de la evaluación.

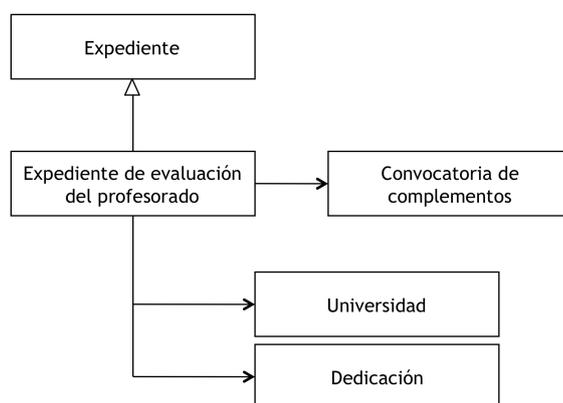


Figura 6-10. Expediente de evaluación del profesorado

Por otro lado, los expedientes de evaluación almacenan diferentes tipos de documento:

- Documentos de evaluación de entrada, aportados por los solicitantes y que dan lugar a los trámites de evaluación, entre los que destaca la solicitud de evaluación para la asignación de complementos.
- Documentos de evaluación de trabajo, generados por los técnicos durante la gestión y que sirven para evaluar los méritos

alegados por los profesores, así como para elaborar la resolución. El documento de trabajo para la evaluación de los méritos es la planilla de evaluación, la cuál se utiliza para evaluar simultáneamente todos los complementos solicitados. Guarda información sobre el solicitante, la puntuación obtenida para cada complemento y el resultado de la evaluación en referencia a la solicitud.

- Documentos de evaluación de salida, generados por el Servicio y que son: resolución de evaluación del profesorado, requerimiento y oficio de remisión.

Toda resolución de evaluación se relaciona con un asiento de resolución del director. El carácter de la resolución informa sobre el resultado del procedimiento.

Puede haber dos modelos diferentes de requerimiento. Uno es el Requerimiento de documentación, el cual se elabora a raíz de la presentación de la solicitud y en el que requiere documentación básica (como por ejemplo el DNI) para iniciar el procedimiento. El otro es el Requerimiento por no constar justificación documental, el cual se elabora a raíz de la evaluación de los méritos y en el que se solicita, detalladamente, la documentación que falta para justificar alguno de los méritos alegados.

6.2.14 Expedientes de acreditación de la experiencia investigadora

Un expediente de acreditación de la experiencia investigadora es uno de evaluación que contiene toda la documentación relativa a la gestión de la acreditación de la experiencia investigadora. Este expediente se inicia cuando un profesor presenta la correspondiente solicitud de acreditación de la experiencia investigadora.

El expediente guarda información guarda información sobre la puntuación obtenida, tanto en la evaluación previa como en la definitiva, así como del resultado de la evaluación, que puede ser:

- Positiva: cuando se acredita positivamente la Experiencia Investigadora.
- Negativa: cuando se evalúa negativamente la Experiencia Investigadora.

Además, el expediente refleja si la evaluación se ha realizado a través de un comité o si se ha encargado a un evaluador externo.

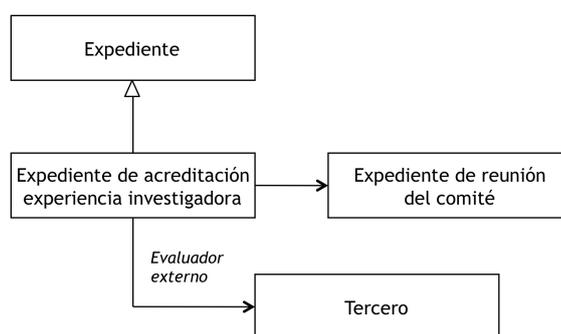


Figura 6-11. Acreditación de la experiencia investigadora

Por otro lado, los Expedientes de acreditación almacenan diferentes tipos de documentos:

- Documentos de acreditación de entrada, aportados por los solicitantes y que dan lugar a los trámites de evaluación, entre los que destaca la Solicitud de evaluación de méritos de la Experiencia Investigadora.
- Documentos de acreditación de trabajo, generados por los técnicos durante la gestión y que sirven para evaluar los méritos alegados por los profesores, así como para elaborar la resolución. El documento de trabajo para la evaluación de los méritos es la Planilla de evaluación, que se utiliza para evaluar los méritos alegados en la memoria adjunta a la solicitud. Almacena información sobre el solicitante, la puntuación provisional obtenida y el resultado provisional de la acreditación. Esta hoja sólo se elabora en el caso de que la acreditación de la Experiencia Investigadora la realice un comité y no un evaluador externo. Para que el resultado de la evaluación sea positivo, la

puntuación en Publicaciones y estancias debe ser al menos de 20 puntos.

- Documentos de acreditación de salida, generados por el Servicio y que son: requerimiento de acreditación de la experiencia investigadora, resolución de acreditación de la experiencia investigadora y oficio de remisión de la experiencia investigadora

Toda resolución de acreditación de la experiencia investigadora se relaciona con un asiento de resolución del director. El carácter de la Resolución informa sobre el resultado del procedimiento.

6.2.15 Expedientes de reunión del comité

Un expediente de reunión del comité es un expediente de la ACECAU que guarda toda la información sobre una reunión del Comité de expertos.

Estas reuniones vienen motivadas de acuerdo con el artículo 10 del Decreto 103/2002, de 26 de julio, el cuál establece que la “evaluación y acreditación que corresponde desarrollar a la Agencia deberá, en todo caso, realizarse por Comités de Expertos designados por el Director por campos de conocimiento o especialidades, o según los criterios que resulten más adecuados” [DECRETO 103/2002, de 26 de julio, por el que se regula la Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad y Acreditación Universitaria (BOC 105 - 5 de agosto de 2002), Artículo 10.1]

El Comité de Expertos estará formado por un Presidente, un Secretario y un Vocal, información ésta que también se almacenará en el expediente.

Además, el expediente almacenará la fecha en la que se reunirá el comité, así como el Orden del día que se tratará en dicha reunión.

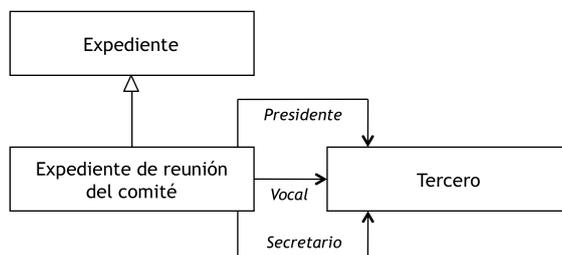


Figura 6-12. Expediente de reunión del comité

El expediente también contendrá toda la documentación generada durante la gestión del expediente. Entre esta documentación se encuentran:

- La resolución de formación del comité, por la cuál se designan los miembros que formarán el comité de expertos.
- El acta de la reunión, en la que se comunica al director el resultado de la reunión y a la que se adjunta la documentación que se haya generado durante la reunión. Generalmente, esta documentación son los informes definitivos de evaluación.
- Los informes perceptivos de evaluación, generados por los técnicos del servicio y que son el resultado de la actividad de evaluación de los mismos. En estos informes se recogen todos los expedientes que van a ser evaluados por el comité con su respectiva evaluación profesional. Existirá un tipo de informe por cada uno de los posibles procesos de evaluación.

6.2.16 Resultados

En el momento de iniciar este proyecto, la ACECAU se encontraba inmersa en un proceso de consultoría con el que pretendía obtener el certificado de calidad ISO 9001. Durante este proceso, la empresa encargada de la consultoría había realizado un análisis clásico de los departamentos de la ACECAU con las competencias de cada uno.



Figura 6-13. Estructura departamental de la ACECAU

Aunque este enfoque departamental no es incorrecto desde el punto de vista administrativo y legislativo, ya que seguía la organización clásica de los organismos públicos, y aunque las competencias de cada departamento estaban bien definidas, lo cierto es que presentaba carencias para comprender el funcionamiento de la ACECAU. En primer lugar, es insuficiente para entender la comunicación entre los investigadores y la Agencia. En segundo lugar, tanto las competencias de la rama administrativa como las de la rama técnica estaban en gran medida compartidas entre los empleados; es decir, un empleado que trabaja en evaluación del profesorado podía participar en tareas de evaluación de titulaciones.

Por lo tanto, para salvar estas carencias, decidimos enfocar el análisis desde un punto de vista funcional que nos permitiera identificar las diferentes unidades que existían en la ACECAU, cómo se comunicaban entre ellas y cómo lo hacían con sus clientes/usuarios.

En este proyecto, además de reestructurar la ACECAU en unidades de negocio, los procesos también se reestructuraron teniendo en cuenta qué unidad realizaba qué tarea y cómo era la comunicación entre ellas, ya que en el enfoque inicial el workflow analizado no consideraba estas cuestiones.

Con este enfoque eliminamos la organización jerarquizada y planteamos la ACECAU dividida en unidades de negocio, no porque administrativamente el cargo deba existir, sino en base a los servicios que ofrecen o que demandan a otras unidades de negocio. La comunicación también deja de ser jerarquizada y se establece de forma directa entre las unidades en base a los servicios y resultados que se comunican.

Desde el punto de vista de un cliente (ya sea un cliente exterior o una unidad que es cliente de otra) cada unidad de negocio es una caja negra a la que se solicita un servicio y de la que se recibe una respuesta; cómo ese servicio se realiza a “bajo nivel” no es de interés para el cliente y por tanto resulta transparente a él

De esta forma, conseguimos aislar las unidades funcionales hasta el punto de convertirlas en piezas que pueden extraerse de la estructura de la ACECAU y ser realizadas por cualquier otra organización; es decir, planteamos una arquitectura que nos permite externalizar servicios. Por ejemplo, los servicios de la unidad de negocio de evaluación podrían encargarse a una empresa privada o a otra agencia de calidad, sin que ello afectase al funcionamiento de la ACECAU.

Realizando un análisis orientado a las unidades de negocio, en vez de un análisis departamental, lo que logramos es separar servicios de estructura organizativa, logrando en este proceso ciertas ventajas. En primer lugar, esto facilita la comunicación entre las unidades de negocio y sus clientes, ya que basta con comunicar la carta de servicios que ofrecen. En segundo lugar, permite que cada unidad de negocio se organice de la forma más óptima para lograr sus resultados. Por último, cada unidad de negocio es completamente independiente de otra: si modifica su estructura interna, se externaliza o pasa a formar parte de un departamento mayor, es transparente para los clientes de esta unidad.

Por otro lado, la ingeniería dirigida por modelos ayuda a asegurar que los sistemas software alcancen las necesidades de los usuarios, al permitir la participación de muchos expertos en el dominio. Además,

facilita el desarrollo, depuración y evolución de las aplicaciones creadas con estas herramientas”.

Durante las fases de análisis y diseño se trabaja siempre con conceptos del dominio de la organización y nunca con conceptos técnicos. Esto facilita la comunicación con el cliente y la participación de éste en la definición funcional del software. Una vez el análisis y el diseño se consensúa con el cliente, se tarda muy poco en ofrecer al cliente una primera versión del software sobre la que se puede empezar a validar los requisitos. En este proyecto, una vez que el análisis estuvo cerrado, el tiempo de desarrollo fue de tres semanas

Uno de los principales problemas de la Ingeniería del Software es que, en muchas ocasiones, el software no se adapta a las expectativas del cliente, por lo que es necesario realizar modificaciones para adaptarlo. Además, todo software, durante los primeros meses de vida, se ve sometido a numerosos cambios debido a carencias o errores no detectados durante la fase de validación. Habitualmente, todas estas modificaciones se traducen en un coste adicional tanto para cliente como para la empresa desarrolladora. Sin embargo, mediante el uso de modelos como herramienta de desarrollo, estos cambios se realizan de forma poco traumática.

En el caso de este proyecto, tras la implantación del sistema y una vez los usuarios adquirieron experiencia con la herramienta, se tuvieron que realizar algunas modificaciones. Por un lado, hubo que añadir nueva funcionalidad y, por otro, cambiar alguna de la funcionalidad ya implementada. Estos cambios se realizaron directamente sobre el modelo definido durante el análisis, que era bien conocido tanto por los clientes como por el equipo de desarrollo. Estas modificaciones sobre el modelo se trasladaron con muy poco esfuerzo al sistema software, reduciendo de esta forma los costes y el tiempo necesario para incluirlas. Además, como siempre se trabajó a nivel de modelo (es decir, con los conceptos del dominio) aseguramos que los cambios realizados se aproximan con mayor precisión a las expectativas de los usuarios.

Resumiendo, el enfoque de modelado de la organización facilita la comunicación con el cliente (al trabajar siempre con conceptos del

dominio), reduce el tiempo de desarrollo y disminuye el impacto de las modificaciones durante los primeros meses de vida del software.

6.3 Traductores de ontologías

Para explicar la experimentación que se ha llevado a cabo en relación a la traducción de ontologías se ha utilizado el proyecto de gestión curricular que se ha realizado para la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

6.3.1 Gestión curricular

El Curriculum Vitae es el documento en el que cada investigador registra su conocimiento, experiencia y producción científica resultado de las actividades de investigación, innovación, docencia y desarrollo tecnológico.

Actualmente al investigador le cuesta mantener actualizado su Curriculum. Además corre el riesgo de perder los datos. El investigador tiene que escribir su Curriculum prácticamente tantas veces como se le pide y las gestiones que debe realizar con el Curriculum son bastante pesadas ya que debe adjuntar siempre certificados en papel para acreditar su trayectoria profesional.

La mayoría de los investigadores habitualmente registra su Curriculum en un documento digital, pero, al no existir una estructura (gramática) y contenido (semántica) normalizado, sino varios es muy difícil poder hacer un uso automático de esta información tanto para los trámites administrativos que el investigador tiene que realizar como para la toma de decisiones en materia de política científica.

Las organizaciones dedicadas a la investigación necesitan obtener indicadores de la producción docente e investigadora, con múltiples finalidades, entre las que se encuentran:

1. analizar la capacidad de producción de la organización, de sus personas y de sus unidades de producción (departamentos, grupos de investigación, etc.)
2. definir políticas y modelos de financiación de la organización
3. definir políticas retributivas u otros incentivos en función de la producción
4. definir políticas correctoras de situaciones de baja producción
5. realizar estimaciones, proyecciones, comparaciones y previsiones acerca de la evolución de los indicadores de actividad
6. divulgar los datos de producción de una forma inteligible por la comunidad (ej. memorias de investigación)

Para abordar esta problemática, la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) pretendía desarrollar un sistema de gestión curricular con el fin de aplicar la gestión del conocimiento sobre su actividad docente e investigadora con el fin de facilitar al PDI (Personal Docente e Investigador) la edición de su Curriculum; y obtener información de alta utilidad sobre su producción real que pudiera ayudar en el desarrollo de las políticas de gestión de la I+D+i.

En este proyecto, la ULPGC consideró estratégico adoptar el modelo de Curriculum Vitae Normalizado (CVN) para facilitar el intercambio de información curricular de su personal entre los sistemas informáticos que tuvieran que relacionarse.

6.3.2 El Curriculum Vitae Normalizado

El Curriculum Vitae Normalizado (CVN) es un proyecto promovido por la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y Tecnología) para la creación de un espacio común de integración e intercambio de información curricular de los investigadores.

En enero de 2005, se forma un grupo de trabajo combinado entre el Ministerio de Educación y Cultura y las Comunidades Autónomas para definir un modelo normalizado de currículum vitae en el ámbito de la I+D+i, dentro del Sistema Español de Ciencia-Tecnología-Empresa (SECTE).

CVN ha sido desarrollado por un amplio grupo de expertos representantes de todos los sectores y entidades del SECTE, entre los que se encuentran:

- Ministerio de Educación y Ciencia
- Ministerio de Ciencia e Innovación
- Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva. ANEP
- Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial. CDTI
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. CSIC
- Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora. CNEAI
- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad. ANECA
- Oficina Española de Patentes y Marcas. OEPM
- Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. OPTI
- Red OTRI-Universidades
- Varias Universidades, Institutos y Centros de Investigación

Esto garantiza una base consensuada donde todos los intereses y perfiles han sido contemplados, dando lugar a un estándar flexible para el transporte de información curricular científico-tecnológico.

El resultado de esta iniciativa ha sido una ontología que define una base sintáctica y semántica común con la que los sistemas pueden interoperar. El modelo normalizado comprende la información que toda clase de investigador, tecnólogo o innovador pueda necesitar para reseñar su trayectoria (su actividad y sus resultados como investigador o como técnico), e incluye además su interacción con otras dedicaciones, como, por ejemplo, docente académico o profesional sanitario.

CVN está basado en un modelo sintético constituido por tres nodos principales: agente, resultados curriculares y control para la gestión. Estos nodos se modelan con una estructura de propiedades e

indicadores definida en un manual de especificaciones del estándar [NORM09].

El modelo incluye una definición de toda la información curricular, más un modelo de datos tratable informáticamente, en formato XML. También se incluye una lista de entidades y palabras temáticas normalizadas, desarrolladas por un grupo de expertos bibliométricos, que facilitarán la edición y explotación de los datos.

6.3.3 Modelo de negocio

Como veíamos el uso de ontologías en este ámbito reduce la notablemente complejidad ya que cada sistema sólo tiene que desarrollar sus traductores a la ontología. Es importante resaltar que es necesario tener tanto el traductor directo, del sistema a la ontología, como el traductor inverso, de la ontología al sistema.

Una vez que el sistema es capaz de traducir a la ontología está plenamente integrado con todos aquellos sistemas que “hablen” en CVN. De esta forma, la visión es construir un sistema de gestión curricular que sea capaz de importar y exportar datos de CVN.

No obstante, no se trata solamente de crear los adaptadores entre la plataforma y la ontología, es necesario que el modelo de negocio tenga relación con la ontología. Sin perder el principio de independencia y autonomía que la Universidad tiene para definir su propio esquema de registro de hechos curriculares, en el proceso de modelado del negocio se consideraron los requisitos de transformación a CVN.

El modelo de negocio es muy simple y esta formado por:

- Archivo de currículos
- Curriculum Vitae. Es una carpeta en la que se guardan todos los hechos curriculares. Contiene ítems curriculares
- Ítem curricular. Representa un formulario abstracto del cual heredan cada uno de los formularios concretos asociados a cada tipo de hecho curricular. Se guardan en el Curriculum Vitae.

Existen diversos tipos de ítems curriculares que se gestionan de forma polimórfica.

- Archivo de entidades. Representa la colección de las entidades registradas en el sistema de información.
- Entidad. Representa una entidad concreta a la que se refiere un hecho curricular: entidad financiadora, entidad organizadora, universidad...
- Editorial: Representa una editorial concreta en la que se ha publicado un resultado de la investigación.
- Archivo de editoriales. Representa la colección de todas las editoriales registradas en el sistema de información.

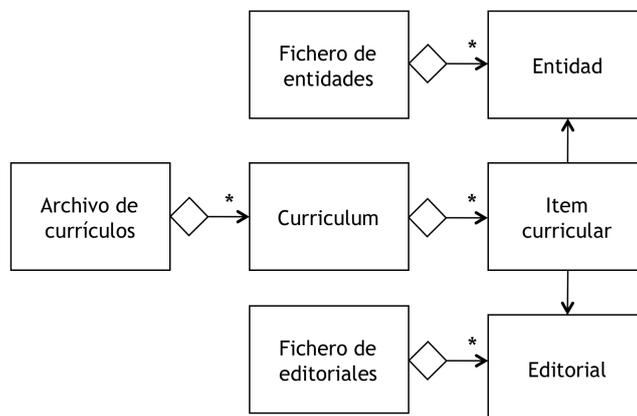


Figura 6-14. Modelo conceptual de MiCV

Hay muchos tipos de ítems curriculares que se pueden registrar en MiCV, por lo que en este modelo de negocio es muy importante organizar bien la información para que al usuario no le cueste entender el modelo de negocio. Para ello, y con el objeto facilitar la navegación en el currículum, se organizaron los ítems curriculares en secciones para agrupar hechos curriculares similares.

La estructura de la información que tiene el Curriculum es la siguiente:

1. Datos de Identificación y Contacto
2. Situación Profesional
3. Formación recibida
 - a. Formación académica universitaria

- b. Formación especializada
- c. Cursos y seminarios
- d. Conocimiento de idiomas
- 4. Docencia
 - a. Docencia impartida
 - b. Programas de formación especializados impartida
 - c. Dirección de tesis doctorales
 - d. Dirección de proyectos fin de carrera
 - e. Tutoría académica de estudiantes
 - f. Cursos y Seminarios impartidos
 - g. Participación en proyectos de innovación docente
 - h. Participación en congresos de innovación docente
 - i. Elaboración de material docente
- 5. Sanidad
 - a. Experiencia sanitaria
 - b. Tutorías de actividades de atención de salud
 - c. Cursos y seminarios impartidos
 - d. Participación en proyectos de innovación sanitaria
 - e. Participación en congresos de atención de salud
 - f. Elaboración de materiales de atención de salud
- 6. Ciencia y tecnología
 - a. Experiencia en organización de actividades de I+D+i
 - b. Experiencia de gestión de I+D+i
 - c. Experiencia en revisión de proyectos y artículos de I+D+i
 - d. Experiencia profesional empresarial
 - e. Estancias en centros de I+D+i
 - f. Participación en grupos de investigación
 - g. Participación en proyectos de I+D+i
 - h. Publicaciones
 - i. Trabajos presentados en congresos
 - j. Otras actividades de divulgación
 - k. Obras artísticas dirigidas
 - l. Propiedad intelectual e industrial
- 7. Representaciones
 - a. Pertenencia a comités científicos asesores
 - b. Pertenencia a sociedades científicas
 - c. Pertenencia a redes temáticas

- d. Representación en foros y comités
- 8. Reconocimientos
 - a. Reconocimientos de la actividad docente
 - b. Reconocimientos de investigación reconocidos
 - c. Premios de investigación obtenidos
 - d. Premios de innovación docente recibidos
 - e. Ayudas y becas obtenidas

A su vez, cada uno de estos times curriculares está modelado como un formulario con una estructura de secciones y campos que permiten que el usuario registre la información asociada al hecho curricular que esté describiendo.

En el modelo de negocio de MiCV también se han incorporado las fuentes de datos de CVN elaborados por los expertos bibliométricos. Concretamente, se han incorporado las siguientes fuentes de datos: Titulaciones, Doctorados, Postgrados, Idiomas, Lugares, Palabras clave, Tipos de entidad.

6.3.4 Desarrollo de los traductores

Al no existir métodos ni herramientas que soporten la tarea de construir y mantener servicios de traducción, los traductores entre el formato origen y destino deben hacerse manualmente. Si bien la complejidad es relativamente baja, el esfuerzo que hay que emplear para realizar los traductores es alto.

Al igual que Monet, el formato de representación en CVN de los objetos de información es también XML por lo que en este caso, el desarrollo de las traducciones directas en inversas se puede resolver ambas con el motor de transformaciones XSLT.

XSLT es un estándar de la organización W3C que presenta una forma de transformar documentos XML en otros mediante plantillas de reglas XSL. Estas reglas aplicadas al documento origen alimentan un procesador de XSLT, que realiza las transformaciones sobre un documento de salida.

Para realizar la traducción entre el formato origen y destino, y según comentamos en el capítulo anterior, es necesario considerar los cuatro niveles en los que se pueden tomar decisiones de traducción: léxico, sintáctico, semántico y pragmático. Si en alguno de estos niveles los formatos de origen y destino coinciden, el traductor no tiene que realizar ninguna operación.

Es necesario resaltar que la naturaleza de estos esquemas de representación es completamente diferente: Monet debe velar por el almacenamiento de los datos en forma normal mientras que CVN, para facilitar la interoperabilidad, debe ser un formato en el que todos los datos estén autocontenidos.

Esto afecta a la forma con la que se modelan las asociaciones que se producen entre los ítems curriculares y las entidades. En el modelo de negocio de MiCV, los ítems curriculares se pueden asociar mediante un campo vínculo a entidades, de forma que muchos ítems curriculares pueden estar asociados a la misma entidad, por ejemplo el Ministerio de Ciencia y Tecnología es una entidad que financia muchos proyectos de investigación. CVN no considera este tipo de asociaciones y empuja todos los datos de la entidad en el propio hecho curricular. Obviamente, MiCV no puede guardar los ítems curriculares en formato CVN porque se estaría comprometiendo gravemente el modelo de datos.

Así las cosas, para poder realizar las transformaciones entre estos formatos, se establece un esquema de traducción en dos etapas (figura 6.15):

1. Etapa 1. Se realiza la transformación a nivel léxico, sintáctico y semántico usando los motores de transformación XSLT
2. Etapa 2. Se realiza la transformación a nivel pragmático resolviendo en el espacio de negocio la búsqueda y consulta de las entidades vinculadas

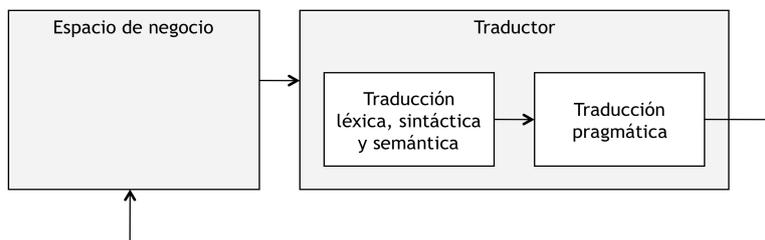


Figura 6-15. Esquema arquitectónico de traducción

A nivel léxico, tanto Monet como CVN representan el documento en UTF-8, un tipo de codificación de caracteres para Unicode que permite utilizar todos los caracteres internacionales de cualquier lengua como acentos, diéresis, eñe o alfabetos como el griego o sánscrito. Por lo tanto, al utilizar el mismo juego de caracteres, no es necesario realizar ningún tipo de transformación a este nivel.

A nivel sintáctico, Monet y CVN se basan ambos en XML, por lo que la traducción se puede realizar usando el motor de transformación XSLT con plantillas XSL. La traducción semántica se realiza a la vez que la traducción sintáctica, es decir, la lógica de transformación a nivel semántico, tanto de CVN a Monet como de Monet a CVN, está contenida en la propia plantilla XSL.

En la figura se muestra un ejemplo de una plantilla XSL que transforma un ítem curricular concreto de Monet a CVN. la transformación de CVN a Monet exige el desarrollo de otra plantilla XSL, es decir es necesario desarrollar al menos dos plantillas para cada uno de los tipos de objetos que se definan en el modelo de negocio. Este proceso no es complejo desde un punto de vista técnico, aunque sí es laborioso por la cantidad de código y pruebas que hay que realizar.

```

<?xml version='1.0'?>
<xsl:stylesheet version='1.0' xmlns:xsl='http://www.w3.org/1999/XSL/Transform' xmlns:dyn='http://exslt.c

<xsl:template name='node-ic.020.010.020'>
  <xsl:param name='node' />
  <CvnItem>
    <xsl:call-template name='printCvnItemIDA'><xsl:with-param name='node' select='$node' /></xsl:call-tem
    <xsl:for-each select='$node/attributelist/attribute'>
      <xsl:call-template name='node-ic.020.010.020-attribute'>
        <xsl:with-param name='node' select='$node' />
        <xsl:with-param name='attribute' select='.' />
      </xsl:call-template>
    </xsl:for-each>
  </CvnItem>
</xsl:template>

<xsl:template name='node-ic.020.010.020-attribute'>
  <xsl:param name='node' />
  <xsl:param name='attribute' />
  <xsl:choose>
    <xsl:when test='$attribute/@code="F002"'><xsl:call-template name='printTitleA'><xsl:with-param name=
    <xsl:when test='$attribute/@code="F003"'>
      <xsl:call-template name='printEntityA'>
        <xsl:with-param name='node' select='$node' />
        <xsl:with-param name='attribute' select='$attribute' />
        <xsl:with-param name='mappingfile' select='concat("../", $node/@code, "/mapping_F003.xml")' />
      </xsl:call-template>
    </xsl:when>
    <xsl:when test='$attribute/@code="F004"'><xsl:call-template name='printDateA'><xsl:with-param name=
    <xsl:when test='$attribute/@code="F006"'><xsl:call-template name='printTitleB'><xsl:with-param name=
    <xsl:when test='$attribute/@code="F007"'><xsl:call-template name='printAuthorA'><xsl:with-param name=
    <xsl:when test='$attribute/@code="F008"'><xsl:call-template name='printAuthorA'><xsl:with-param name=
    <xsl:when test='$attribute/@code="F010"'><xsl:call-template name='printQualityB'><xsl:with-param name=
    <xsl:when test='$attribute/@code="F012"'><xsl:call-template name='printDateA'><xsl:with-param name=
    <xsl:when test='$attribute/@code="F014"'>
      <xsl:call-template name='printEntityC'>
        <xsl:with-param name='node' select='$node' />
        <xsl:with-param name='attribute' select='$attribute' />
        <xsl:with-param name='mappingfile' select='concat("../", $node/@code, "/mapping_F014.xml")' />
      </xsl:call-template>
    </xsl:when>
    <xsl:when test='$attribute/@code="F015"'><xsl:call-template name='printDateA'><xsl:with-param name=
    <xsl:otherwise></xsl:otherwise>
  </xsl:choose>
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>

```

Figura 6-16. Desarrollo de un traductor con plantillas XSL

Al nivel pragmático, tenemos que distinguir dos escenarios:

1. En la exportación a CVN. Las asociaciones a entidades y editoriales tienen que transformarse ya que en lugar de representar un vínculo a la entidad hay que representar a la propia entidad. Esto exige que se tenga que recuperar la entidad vinculada del espacio de negocio, transformar la entidad al formato CVN y sustituir el vínculo por la entidad en formato CVN.
2. En la importación de CVN. Los datos de la entidad en formato CVN se utilizan para hacer una búsqueda en el espacio de negocio y sustituir la entidad por el vínculo a la entidad que está registrada en dicho espacio de negocio.

Para permitir que la plataforma pueda realizar la exportación e importación de objetos a nivel pragmático, en la segunda etapa, el

traductor ejecuta instrucciones que se introducen en el documento XML. El traductor, a nivel semántico, genera las instrucciones pragmáticas para que en la segunda etapa se termine de construir el documento.

Todas las instrucciones que se definen en este nivel se encuentran dentro de etiquetas con el identificador *monet:translator*, es decir:

```
<monet:translator>instrucción</monet:translator>
```

Se pueden generar las siguientes instrucciones:

- *embedNode*. Es una instrucción que se utiliza en la exportación. Permite la gestión de objetos auto-contenidos, de tal forma que el resultado pueda ser completamente válido para el formato de representación de destino.
- *getNodeLinkId*. Es una instrucción de importación. Permite crear un vínculo con un objeto existente en el modelo de datos.
- *getFieldData*. Es una instrucción de importación. Se utiliza cuando se realizan traducciones para representar el modelo de datos en el formato de representación destino. Con esta función se permite obtener el valor asociado a un dato.
- *getFieldDatasource*. Esta instrucción es similar a *getFieldData*, pero en este caso se obtiene la fuente de datos en lugar del dato.

Monet permite que se puedan registrar traductores para dar soporte a diferentes formatos de interoperabilidad. La plataforma está preparada para ser extensible, es decir se pueden desarrollar nuevos traductores que pueden añadirse fácilmente a la arquitectura.

Dado que debe ser posible la utilización de cualquier traductor ya que la arquitectura está abierta para añadir otros posibles traductores, como se muestra en la siguiente figura, se ha desarrollado la arquitectura utilizando el patrón de diseño abierto-cerrado [SHAL01] basado en el principio de sustitución de Liskov [METS04].

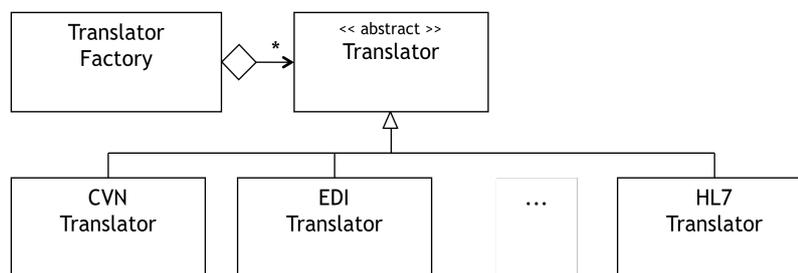


Figura 6-17. Factoría de traductores

La clase abstracta *Translator* define una interfaz que todos los traductores deben cumplir. El desarrollo de un nuevo traductor simplemente consiste en programar la conversión directa e inversa en una clase derivada de la clase abstracta *Translator*. Internamente cada traductor resuelve las especificidades de su formato quedando ocultos y cerrados para el resto del sistema los detalles de la implementación.

Todo traductor deberá ser capaz de realizar una traducción directa e inversa. Se define como traducción directa o exportación a aquella traducción que implique la transformación del modelo de datos *de Monet al modelo de datos de una ontología*. La traducción inversa o importación será el proceso de transformación *del modelo de datos de la ontología al modelo de datos de Monet*.

```
public abstract class MonetTranslator {
    protected bool checkOntologySchema(String data)
    protected bool checkMonetSchema(String data)

    public abstract String export(String data)
    public abstract String import(String data)
}
```

Figura 6-18. Interfaz abstracta de un traductor de Monet

6.3.5 Resultados

El formato interno en el que Monet registra los datos tiene una semántica diferente a los formatos de interoperabilidad, por lo que es necesario realizar traducciones entre formatos. Los traductores son el mecanismo que se ha diseñado en Monet para intercambiar datos y que

permiten convertir los datos a formatos que otras aplicaciones o componentes pueden comprender.

En el contexto del Sistema Español de Ciencia-Tecnología-Empresa (SECTE) y antes de que CVN existiera, no era posible explotar los curriculums para realizar estudios sobre ellos. Además, la inexistencia de un modelo de curriculum único y normalizado obliga al investigador a rellenar múltiples versiones en función del organismo con el que fuera a desarrollar un determinado trámite.

Para dar soluciones a escenarios de interoperabilidad resultó necesario modelar el curriculum con una semántica común a cualquier sistema u organización que tuviera que tratar con esta información.

CVN cuenta con el respaldo de su desarrollo de forma conjunta por paneles de expertos de diferentes organismos oficiales, universidades, Institutos y Centros de Investigación. Este formato está implantándose progresivamente por lo que todavía es muy pronto para valorar el alcance de este proyecto a nivel nacional.

Ahora bien, la Universidad de Las Palmas está preparada para integrarse plenamente en el SECTE y puede contribuir en el futuro a mejorar la comunicación de los resultados de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y los procesos de gestión y evaluación de los currículos.

El uso de CVN como ontología de intercambio de datos entre aplicaciones permite que el espacio de negocio de gestión curricular esté preparado para interoperar con otras aplicaciones u organizaciones que a priori no son conocidas.

El beneficio inmediato para la ULPGC es poder contar con datos fiables y actualizados de la actividad y que los investigadores puedan preparar los currículos en los formatos que cada convocatoria requiera. La adaptación de esta ontología facilita la gestión y evita la duplicación de esfuerzos que implica la edición y registro de curriculums.

Desde el punto de vista de la interoperabilidad, es importante resaltar que el uso de las ontologías condiciona en cierto modo el desarrollo del

sistema de información. En este caso, el modelo de curriculum que se ha diseñado, si bien es el que desea la ULPGC, ha estado condicionado a los requisitos de interoperabilidad del SECTE.

A nivel semántico y organizacional, esta influencia del modelo de curriculum CVN al modelo de curriculum de la ULPGC se entiende que es lógica. La Universidad debe preparar sus sistemas de información para comunicar datos e información hacia las instituciones que la financian.

En general, este tipo de restricciones siempre existen y las organizaciones deben adaptar sus sistemas de información para que otras organizaciones puedan interoperar. Un ejemplo que puede servir para ilustrar esta situación es el Plan General de Contabilidad, que en España está impuesto por la Agencia Tributaria para fiscalizar las cuentas contables de las empresas. Las empresas no son del todo libres para definir sus sistemas de información, especialmente cuando es necesaria la interoperabilidad organizacional.

6.4 Adaptadores de componentes

El tercer experimento que ha permitido validar experimentalmente la visión de este trabajo se concentró principalmente en demostrar la viabilidad de la integración de aplicaciones externas y servicios de negocio de forma flexible.

De los experimentos de integración que se han realizado con la plataforma se destacan el proyecto dias.net y el proyecto de integración con Platino. A continuación se describen estos dos proyectos para luego contar cómo se diseñan y desarrollan los adaptadores para integrar componentes en la plataforma.

6.4.1 Proyecto Dias.net

La oportunidad que brinda actualmente el uso de las numerosas aplicaciones web de software libre que existen en el mercado orientó el desarrollo de la plataforma, para permitir configurar flexiblemente la

infraestructura tecnológica. La visión es que todas estas herramientas libres, adecuadamente integradas, tienen el potencial de ofrecer servicios de negocio a las empresas.

Para una pequeña empresa el esfuerzo de adoptar una nueva herramienta implica afrontar una serie de dificultades que van desde el cambio organizacional a la gestión de la configuración de dicha herramienta: adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas, la integración con los sistemas de un nuevo proveedor o la migración a nuevos sistemas o versiones. Todos estos aspectos han sido desarrollados convenientemente en el capítulo 1.

Por tanto el uso de estas herramientas no pueden representar un obstáculo ni una hipoteca para el desarrollo de la estrategia de la empresa y deben poderse reemplazar fácilmente.

Si se considera que la inserción de las empresas en la Sociedad de la Información es un proceso continuo y evolutivo, que en todo momento debe adaptarse a las condiciones del entorno, el modelo actual en el que una empresa se instala una aplicación y debe continuar con ella por el coste que implicaría cambiarla, no es viable.

Desde las instituciones se realizan importantes esfuerzos para guiar ese tránsito, identificando las prioridades, las áreas que precisan apoyo o impulso, y desarrollando medidas horizontales, verticales y complementarias. En este sentido, participamos en un proyecto demostrativo llamado Dias.net, financiado por la Comisión Europea mediante el 5º programa marco, en el que se intentaba impulsar el acceso a la sociedad de la información mediante una plataforma de negocio en la que las regiones se beneficiarán del intercambio de experiencias y buenas prácticas para desarrollar competencias y capacidades en este ámbito.

El proyecto Dias.net consistía en implementar un conjunto de servicios y herramientas telemáticas que pudieran ser utilizadas por pequeñas empresas, cámaras de comercio o asociaciones. El objetivo era facilitar a los actores locales de cada región la adopción de tecnologías para desarrollar espacios de negocio en Internet. Para ello era necesario contar con una plataforma de negocio que permitiera a las empresas

gestionar fácilmente servicios en la web de una forma integrada con la procesos de la empresa.

Los servicios externos que la plataforma de negocio ofrecería a sus usuarios estarían principalmente soportados por aplicaciones web que estuvieran licenciadas como software libre. Inicialmente se integrarían aplicaciones de gestión de contenidos, comercio electrónico, gestión de la relación con los clientes o teleformación, pero la plataforma debía estar abierta para explotar en el futuro otros servicios en la medida que se desarrollaran aplicaciones para dar soporte a empresas en ámbitos como el área de la salud o el empleo.

Así mismo, la plataforma debía permitir que a las organizaciones les fuera posible elegir entre aplicaciones del mismo tipo, por ejemplo varios sistemas de gestión de contenidos, para permitir a las empresas la selección de la herramienta que mejor se adapta a sus necesidades.

En este aspecto, y con el objetivo de facilitar la flexibilidad de la infraestructura tecnológica, la empresa tendría que tener la posibilidad de probar diferentes aplicaciones para valorar y decidir cual es la que mejor se ajusta a sus necesidades. Una vez que el usuario hubiera empezado a trabajar con una herramienta concreta y tuviera un volumen de datos grande en dicha herramienta, el reto mayor consistía en permitir que la empresa tuviera la posibilidad de cambiar la aplicación trasladando y transformando automáticamente todos los datos desde la aplicación original hacia la nueva.

Para dar soporte a estos requisitos, en Dias.net se realizó, en primer lugar, un inventario de las aplicaciones disponibles en el mercado que tuvieran la capacidad para dar soporte a negocios de diferente naturaleza. Los tipos de aplicaciones que se identificaron son:

- Creación de sitios Web. Orientado a configurar la apariencia, edición de contenidos y configurar portlets.
- Repositorio jerárquico. Para permitir la publicación de información estructurada y organizada, por ejemplo, catálogos de productos.

- Registro de visitas. Proporciona indicativos sobre el nivel de uso del sitio Web.
- Noticias. Permite la consulta y edición de las noticias que se deseen publicar en el espacio.
- Enlaces Web. Gestiona y organiza enlaces a otras Web de interés.
- Servicio de comentarios y sugerencias. Permite a los usuarios realizar aportaciones sobre todo aquello que pueda ayudar a mejorar el servicio.
- Comercio electrónico. Permite la publicación de una oferta de productos y servicios, la adquisición de los productos por parte de los clientes y deberá integrar la funcionalidad necesaria para que sea posible el pago de los productos utilizando alguno de los medios de pago habituales en la Web.
- Control de existencias. Facilita la gestión del stock de productos disponibles.
- Teleformación. Permite la creación y publicación de cursos online, así como realizar el seguimiento y evaluación de los alumnos.
- Gestión de la relación con los clientes (Customer Relationship Management, CRM). Para gestionar la relación con los clientes para informarles de nuevos productos, ofertas, etc.
- Preguntas frecuentes. Permite consultar y editar las preguntas que puedan tener los clientes sobre la Web o el negocio.

Para cada uno de estos tipos de herramienta se identificó al menos una herramienta aunque en algunos casos, en los que el mercado da un abanico amplio de posibilidades como los gestores de contenidos, se pudieron identificar más de una herramienta.

Se tuvieron que afrontar varias dificultades ya que la arquitectura de estas aplicaciones tenía una orientación funcional, es decir estaban orientadas a resolver internamente las necesidades de los usuarios. Las aplicaciones estaban diseñadas para ser instaladas de forma manual en un sitio web y no estaban preparadas para abordar la interconexión con otras aplicaciones que dieran soporte a los procesos de negocio por lo

que, para automatizar los procesos de negocio, era necesario adaptar estas aplicaciones a una arquitectura interoperable. Por tanto, se tuvieron que crear adaptadores específicos para cada herramienta.

Para permitir que la plataforma pudiera interoperar automáticamente con las aplicaciones externas se tuvieron que desarrollar adaptadores accediendo directamente al código fuente de la aplicación y definiendo interfaces de aplicaciones que permitían a la plataforma invocar la ejecución de operaciones.

Hubiera sido imposible desarrollar los adaptadores si no se hubiera tenido acceso libre al código fuente de las aplicaciones. Esta es precisamente una de las ventajas del software libre en relación al software propietario: la posibilidad de usar software para integrarlo con otras aplicaciones y formar servicios más potentes.

6.4.2 Proyecto de integración con Platino

En el proyecto Dias.net no se tuvo oportunidad de desarrollar adaptadores que permitieran la conexión con servicios de negocio externos, no obstante se ha tenido oportunidad de hacerlo en otro proyecto promovido por el Gobierno de Canarias.

Concretamente, el Gobierno de Canarias está desarrollando un entorno sobre el que puedan dialogar entre sí los distintos sistemas que funcionan para sus servicios. Esta plataforma se llama PLATINO (PLATaforma de INterOperabilidad), y su objetivo principal es el de crear una infraestructura de interoperabilidad que incorpore estándares de intercambio de información en el Gobierno de Canarias, es decir una semántica común sobre la que todas las organizaciones puedan trabajar.

Este entorno permitirá la integración de los sistemas de información existentes y que se establezca una base tecnológica para el intercambio de información, los servicios, y la implementación de trámites en línea.

Para ello, el Gobierno de Canarias ha conformado una arquitectura orientada a servicios, respetando el nivel de autonomía de cada unidad

de negocio, de forma que se consiga el nivel máximo de desacoplamiento entre ellos.

Como se planteó en el primer capítulo de este trabajo, los sistemas de información de las diferentes entidades de la Administración Pública son independientes, es decir no hay relaciones de intercambio de información entre ellas. A su vez, cada uno de los departamentos dentro de estas entidades se comporta habitualmente como una pequeña organización autónoma. Esto dificulta que los servicios que se presten tengan una orientación hacia el ciudadano. En su lugar, los procesos están orientados a resolver la problemática que cada pequeña organización tiene al resolver el proceso.

En Platino están actualmente desplegado diferentes servicios de negocio entre los que destacamos los siguientes:

- Servicio de Registro de Procedimientos. El servicio permite obtener la información relativa a todos los procedimientos administrativos que se encuentran en la base de datos de Platino.
- Servicio de Registro de Terceros. Este servicio ofrece un directorio de terceros unificado para todos los usuarios de la plataforma. Se podrán realizar las siguientes operaciones: creación, baja, modificación y consulta de terceros, búsqueda de terceros y especificar relaciones de representación entre terceros.
- Servicio de Registro de Organizaciones. Ofrece información sobre la estructura orgánica de la Administración Pública Canaria.
- Servicio de Registro de Entrada y Salida. La función básica de este servicio es la de registrar el paso de documentos desde el ciudadano hacia la Administración Pública Canaria y viceversa.
- Servicio de Sellado de Tiempo. Se proporcionan toda la información necesaria para realizar la firma de documentos tanto en el cliente como en el servidor, validación de firmas y certificados, firma en formato PKCS#7, etc.
- Servicio de Notificaciones Electrónicas. Permite a los diferentes agentes implicados en una tramitación (terceros, Gobierno de Canarias, Administraciones locales y otras entidades) utilizar el

medio telemático como una alternativa real a los medios de notificación tradicionales.

- Servicio de Gestión del Repositorio de Documentos Electrónicos. Este servicio pone a disposición de los consumidores un repositorio de documentos electrónicos donde se podrán realizar diferentes operaciones, tales como guardar, recuperar o buscar documentos.
- Servicio de Pasarela de Pagos. Infraestructura común que permite a la Administración incorporar el pago electrónico en sus tramitaciones. Permite abstraer a procedimientos y aplicaciones de tramitación de la complejidad del pago electrónico.
- Servicio de Soporte a la Tramitación Telemática. Consiste en un servicio horizontal que podrá ser utilizado por las aplicaciones de sus diversos organismos (Consejerías), cuya función es permitir la consulta y tratamiento de los expedientes abiertos para un procedimiento administrativo.
- Servicio de Formularios Electrónicos. Este servicio tiene dos funcionalidades principales. Por un lado proporciona un diseñador de formularios que permite a un usuario crear diseños de formularios electrónicos y por otro ofrece un servicio de publicación de formularios electrónicos, que se encarga de mostrar al usuario el formulario, recoger la información introducida y publicarla en el repositorio de gestión de repositorio de documentos electrónicos.
- Servicio de Mensajes a Móviles y Correo Electrónico. Este servicio permite el envío de comunicaciones a un sólo ciudadano o a un conjunto de ellos a través del concepto de remesa. Además, permite crear listas de distribución para la difusión masiva de información. Estas comunicaciones se pueden enviar por dos canales: SMS o mail.

A diferencia de las aplicaciones externas que se integraron en el proyecto *Dias.net*, en este caso todos estos servicios ofrecen una interfaz de aplicaciones SOAP basada en el lenguaje de descripción de servicios web WSDL. La integración de estos servicios es por tanto mucho más sencilla ya que, por un lado no es necesario instalar y configurar la aplicación en el propio espacio de negocio, y por otro lado la conexión

con el servicio es directa a través de diferentes operaciones que incorporan la semántica del propio servicio.

6.4.3 Diseño de los adaptadores

El siguiente paso consistió en integrar estas aplicaciones y servicios de negocio en la plataforma para ofrecerle al usuario la posibilidad de usarlos en la gestión de su negocio.

Para ello, era necesario diseñar una arquitectura de adaptadores que permitiera gestionar las aplicaciones externas y los servicios de negocio. Se distinguen dos tipos de adaptadores: los que se emplean para integrar aplicaciones externas y los que consumen servicios de negocio proporcionados por otras unidades de negocio.

En general, ambos tipos de adaptadores deben permitir la integración con las funciones del sistema, bien sea una aplicación externa o un servicios que ofrece una unidad de negocio. Para ello, es necesario considerar la semántica de cada tipo de sistema y los formatos de representación de los datos que se emplean para interoperar.

Como se comentó en el apartado anterior, para poder interoperar es necesario utilizar un formato de representación con una semántica compartida por la plataforma y el sistema. En el caso de existir ontologías estándares en los dominios de las aplicaciones, se pueden usar directamente, pero cuando no existen es necesario diseñar ontologías para un uso interno en la plataforma. Este tipo de ontologías no pretenden convertirse en una referencia para el dominio de las aplicaciones. Simplemente tienen un valor operacional para poder usar las aplicaciones externas y servicios de negocio en cuyo dominio no exista una ontología.

Por otro lado, los adaptadores de aplicaciones externas específicamente, tienen que dar acceso a estas aplicaciones al espacio de negocio para:

- Facilitar la instalación de la aplicación en el espacio de negocio y configurarla. Era necesario preparar el adaptador para gestionar esta funcionalidad. Como la empresa no debe saber cómo se instala una aplicación Web, se trataba de que un usuario

realizara esta tarea de forma directa sin tener que contar con la participación de un técnico.

- Resolver el acceso único de los usuarios a las aplicaciones (Single Sign On - SSO). Al ser aplicaciones independientes, el usuario, a pesar de haberse identificado en el espacio de negocio, tenía que identificarse también en las aplicaciones integradas. Se trataba de desarrollar un mecanismo de autenticación en la plataforma que, una vez que el usuario se hubiera identificado en el espacio de negocio, estuviera habilitado para acceder al resto de aplicaciones integradas.
- Permitir al usuario la elección dinámica de la aplicación que mejor se ajustara en cada momento a las exigencias del negocio. Normalmente, este tipo de cambios son difíciles de abordar en las empresas por el enorme esfuerzo que implica tener que realizar la transformación de los datos.

Se diseñó una arquitectura abierta de adaptadores que pudiera crecer fácilmente a medida que nuevas aplicaciones o servicios de negocio fueran apareciendo en el mercado. Los adaptadores se implementan a partir de una interfaz diseñada de forma específica para un tipo de herramienta o servicio de negocio.

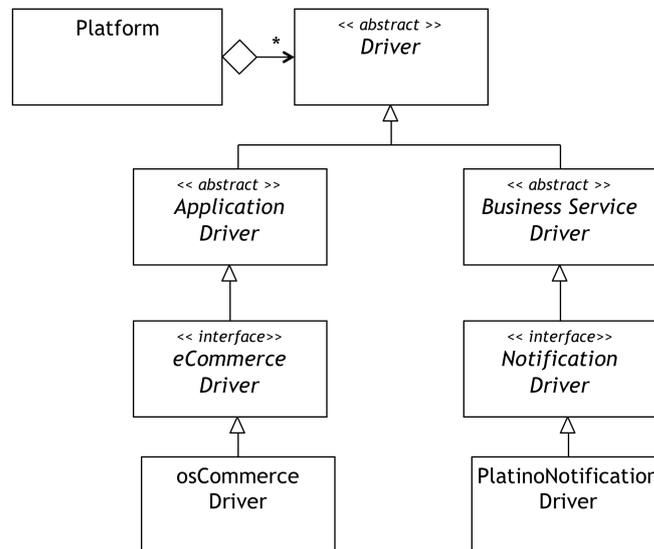


Figura 6-19. Arquitectura de clases de los adaptadores

La arquitectura de clases está basada en el principio Abierto-Cerrado (PAC) que permite extender la plataforma agregando nuevos adaptadores. Se distinguen dos tipos de adaptadores abstractos: los de aplicaciones externas (Application Adapter) y los de servicios de negocio (Business Service Adapter). Cada tipo de aplicación (p.e. Comercio Electrónico) o tipo de servicio de negocio (p.e. Notificaciones Electrónicas) tienen su propia interfaz abstracta a partir de la cual se crean los adaptadores específicos de una herramienta concreta (p.e. osCommerce) o un servicio de negocio concreto (p.e. Notificaciones Electrónicas de Platino).

Estructuralmente, los adaptadores se componen por un lado de un fichero XML que lo define (nombre, descripción, versión...) y por otro lado de varios tipos de conectores. Estos conectores se explican a continuación:

- Conector de setup. Se implementa sólo para la integración de aplicaciones externas. Considerando que todas las aplicaciones Web tienen una configuración, es necesario desarrollar un conector que permita instalar y configurar una aplicación concreta dentro de un espacio de negocio.
- Conector de shell. Orientado también para la integración de aplicaciones externas. Se encarga de la gestión de usuarios y el control de la aplicación en el espacio de negocio. Este conector además de permitir crear usuarios y darles permisos, permite iniciar la sesión automáticamente en la aplicación de forma sincronizada con el espacio de negocio.
- Conector de servicio. Este tipo de conector es común tanto para las aplicaciones externas como para los servicios de negocio. La interfaz de este conector es sensible al dominio de la aplicación y los formatos de los datos están basados en una ontología.

Aquellas aplicaciones del mismo tipo, al estar basados en el mismo adaptador y ontología, pueden transferir los datos entre ellas. El mecanismo consiste en realizar una exportación de los datos desde la aplicación origen en el formato de la ontología y una importación de los datos en la aplicación destino.

Las ontologías y los conectores de servicio, no sólo sirven para transferir datos entre aplicaciones, también permiten que se puedan desarrollar modelos de negocio específicos para las empresas. Para ello, hay que desarrollar agentes que, utilizando los conectores de servicio y las ontologías de la plataforma, realicen operaciones de forma automática en las aplicaciones integradas con los procesos de negocio.

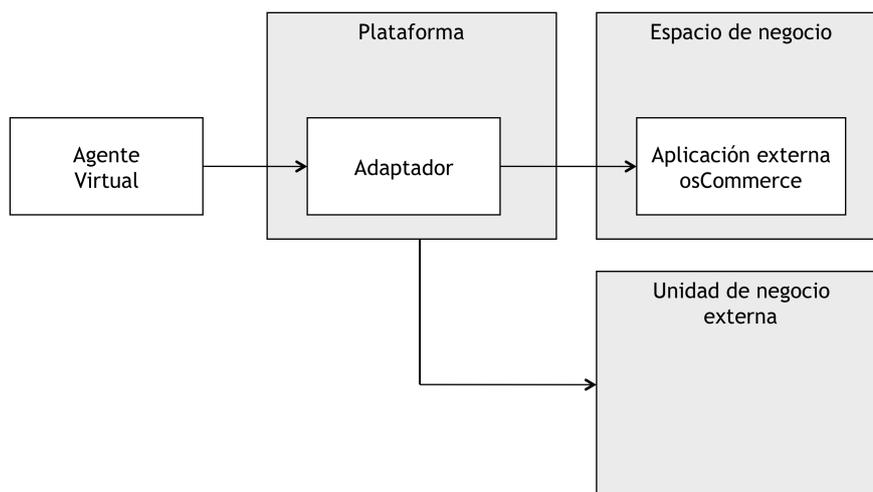


Figura 6-20. Esquema de integración con sistemas externos

6.4.4 Desarrollo de espacios de negocios para pymes

Para permitir la incorporación efectiva de las pymes canarias a la Sociedad de la Información, la empresa Ecosistemas Digitales Insulares S.L. utiliza la plataforma para implantar espacios de negocio en un rango amplio de tipos de clientes: empresas independientes, clusters de empresas, agrupaciones sectoriales, organizaciones empresariales sin limitación geográfica, etc.

Uno de los proyectos que esta empresa ha desarrollado usando la plataforma fue el proyecto pyme.es. Este proyecto tenía entre sus objetivos ayudar a las Zonas Comerciales de Canarias a proyectarse hacia el futuro en la red. Para ello, se planteó una solución en la que se desarrollaron dos espacios de negocio: pedroinfinito.com y alapyme.com.

El diseño que se proyectó incluía un espacio de negocio para cada zona comercial en el que se incluía:

- una Web principal (p.e. www.alapyme.com)
- una Web para cada empresa que se publica dentro del dominio del espacio de negocio (p.e. empresa.alapyme.com)
- varios servicios de negocio (comercio electrónico, CRM....) que también se publican dentro del dominio del espacio de negocio (p.e. tienda.alapyme.com).

Estos espacios de negocio son comunes para todas las empresas incluidas en una misma zona comercial, de tal forma que cuando un usuario inicia la sesión en el espacio de negocio, automáticamente tiene posibilidad de usar todos los servicios a los que tenga permiso de acceso.

Dado que la solución permite adaptar los modelos tecnológicos a diferentes modelos organizativos y de negocio sin efectuar cambios en el software de base, es posible ofrecer un espacio de negocio para las zonas comerciales en el que cada empresa pueda tener autonomía para gestionar sus servicios, a la vez que funciona de forma colaborativa con otras empresas.

El espacio de negocio se configura fácilmente a partir de modelos de negocio de referencia, lo que garantiza la homogeneidad en los resultados y permiten que el desarrollo sea más rápido y fácil. Los modelos de negocio que se identificaron para desarrollar las Webs de las empresas fueron:

1. Modelo informativo. Creación de sitios Web para realizar una descripción del comercio, actividad y presentación de la imagen corporativa, noticias, novedades, catálogo de productos y servicios ofertados, localización y datos de contacto.
2. Modelo transaccional. Orientado a empresas que deseen realizar actividades de comercio electrónico. En este modelo, la Web es básicamente un canal interactivo de comunicación, sobre el cual se ofertan los productos por parte de la empresa y se realizan las compras por parte de los clientes.

3. Modelo ejecutivo. Para empresas que deseen gestionar sus procesos íntegramente a través de la plataforma. Este modelo facilita la comunicación entre todos los agentes implicados en la gestión y permite la integración de los procesos con las aplicaciones desplegadas.

En cada una de estos espacios de negocio, se puede generar un número ilimitado de sitios Web fácilmente y sin coste alguno. Por lo tanto, la solución permite que se incorporen fácilmente y sin coste adicional nuevas empresas o grupos de empresas en cualquiera de los dos espacios de negocio creados.

Mediante permisos y roles, la plataforma permite la vinculación de determinados a servicios a una empresa concreta, de forma que estos sean usados de manera exclusiva. Puede accederse directamente a los sitios web de las empresas, o a través de la plataforma de la zona comercial. Asimismo, puede accederse a la plataforma de la zona comercial directamente, o través del sitio web de cada empresa.

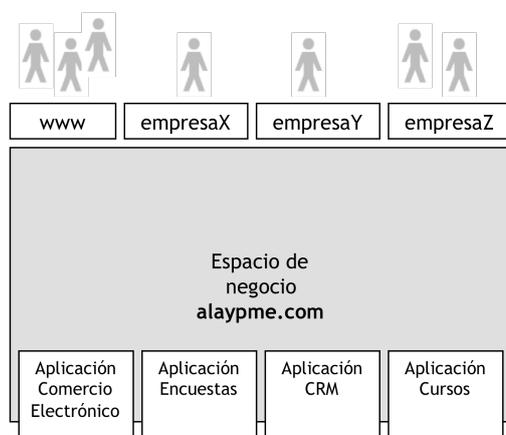


Figura 6-21. Plataforma de negocio de una zona comercial

En este caso la plataforma se alojó en el Centro de Proceso de Datos (CPD) de Banesto. Las instalaciones del CPD disponen de las más altas medidas de seguridad, y de controles de temperatura y humedad. El suministro eléctrico está asegurado mediante el Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) que permite a las máquinas continuar su actividad aunque haya cortes eléctricos externos. El CPD se

encuentra en el nodo Espanix, el principal nodo de intercambio de tráfico entre operadores en España y está conectado a múltiples proveedores de tránsito mediante protocolo BGP-4.

La plataforma se instaló en un servidor virtual sobre un servidor DELL® con las siguientes características:

- Intel® Pentium D 915 Dual Core . 2.8 GHz (2x2MB caché, 800 FSB)
- Memoria 4Gb
- Disco duro 200 Gb SATA®, 7.200 rpm

El servidor virtual está montado sobre Virtuozzo® lo que permite su escalabilidad así como la posibilidad de realizar una actualización en el futuro a servidores con más capacidad en función de la carga del sistema.

6.4.5 Resultados

La arquitectura de adaptadores que se ha diseñado daba solución al objetivo de facilitar a las empresas la integración con otros sistemas para desarrollar espacios de negocio en Internet.

Al existir dos escenarios de integración era necesario homogeneizar la estructura de los adaptadores para facilitar a los desarrolladores la integración.

Por un lado, para que las organizaciones tuvieran la posibilidad de elegir las aplicaciones que mejor se adaptaran a sus necesidades e integrarlas fácilmente en su espacio de negocio, fue necesario desarrollar un conjunto de adaptadores que automatizaran la instalación de las aplicaciones, el inicio de sesión único y la transferencia de datos entre aplicaciones.

El desarrollo de estos adaptadores a aplicaciones externas es posible por la posibilidad de tener acceso al código de fuente de las aplicaciones que se integraban. En este sentido es fundamental la estrategia de apostar por el software libre ya que, de otra forma hubiera sido completamente imposible.

La estructura de un adaptador está formada por tres tipos de conectores: los conectores de setup y shell, cuya estructura es fija; y el conector de servicio, cuya estructura es sensible al dominio de la aplicación y los formatos de datos están basados en una ontología.

Por otro lado, para poder realizar la integración con servicios de negocio, es necesario desarrollar adaptadores que consuman los servicios web proporcionados. En el caso del experimento que se ha explicado, estos adaptadores consumían servicios publicados en la plataforma de interoperabilidad del Gobierno de Canarias, Platino.

Una vez desarrollados estos adaptadores, la arquitectura permite desarrollar agentes virtuales que consuman servicios proporcionados por los sistemas externos. Estos agentes virtuales se ejecutan dentro de un flujo de trabajo definido por los procesos del modelo de negocio.

El agente accede al espacio de negocio en el que virtualmente trabaja para consultar tareas pendientes y los objetos de información asociados a dichas tareas. Luego, mediante estos adaptadores que está disponibles en el entorno de interoperabilidad, el agente solicita el servicio a la aplicación externa o al servicio de negocio con la que se haya externalizado la tarea. Una vez termina la ejecución de la tarea en el sistema externo, el agente registra el resultado de la operación en la unidad de negocio.

Desde un punto de vista económico, es muy importante destacar que hay un beneficio directo para las empresas al reducir los tiempos de respuesta y los costes que tienen que afrontar. El tiempo y el coste se invierte fundamentalmente en el diseño y la implementación de la imagen gráfica de la empresa.

Funcionalmente, la empresa puede usar un entorno colaborativo en Internet con aplicaciones de software libre completamente integradas en menos de un minuto. Si una de las mayores desventajas que tiene el software libre son los altos costos de instalación, de migración o de interoperabilidad, la plataforma incide precisamente en reducir estos costes dando además la facilidad de contar con una infraestructura TIC flexible.

Por otro lado, la plataforma, al estar en continua evolución y basada en software libre, permite crear un modelo compartido de gestión de la infraestructura TIC, ya que entre todas las empresas que usan la plataforma sostienen el mantenimiento y la integración de nuevas herramientas.

7 Conclusiones

En este trabajo se ha propuesto una solución metodológica y tecnológica que ayuda a las pequeñas organizaciones a innovar, facilitando que puedan afrontar el cambio tecnológico y organizacional, y resolviendo aquellos problemas que no tienen que ver directamente con su negocio.

Principalmente esta solución ha sido concebida con el objetivo de ayudar a las organizaciones que tienen limitaciones de recursos para definir su proyección organizacional y tecnológica.

La motivación para realizar este trabajo viene dada justamente por el contexto socio-económico de Canarias en el que nuestra Universidad está insertada. Canarias se caracteriza por un tejido empresarial en el que prácticamente no operan grandes empresas, en su mayoría son pequeñas empresas y normalmente microempresas de carácter familiar.

Esta aproximación no sólo es útil para las pequeñas organizaciones, sino que ha encajado también para modelar la estructura de los servicios de la Administración Pública. En este caso, quizás porque la Administración se comporta como un conjunto de pequeñas organizaciones federadas más que como una gran organización fuertemente cohesionada. A pesar de existir un marco normativo para la realización de los procedimientos administrativos, no hay normalización y estandarización en el diseño de estos procedimientos.

No obstante, actualmente no vemos ninguna limitación que impida que la solución propuesta pueda aplicarse a otro tipo de organizaciones de mayor tamaño aunque experimentalmente no se ha tenido acceso a ellas.

7.1 Resultados

En este trabajo se ha definido una solución basada en el modelado de negocios y orientada a la interoperabilidad. La solución que se ha investigado se ha materializado en Monet, una plataforma tecnológica que permite desarrollar sistemas de información interoperables mediante una nueva orientación a la Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE).

Los principales resultados que se han obtenido en este trabajo son los siguientes:

1. Se ha propuesto una metodología de análisis de la organización con una orientación a servicios.
2. Se han proporcionado mecanismos de modelado para describir las características de la organización, sus servicios de negocio, sus flujos de trabajo y sus procesos.
3. Se han proporcionado mecanismos para gestionar la configuración del software de base de forma que la organización tenga flexibilidad al definir la arquitectura tecnológica.
4. Se han proporcionado mecanismos para integrar aplicaciones que proporcionan servicios necesarios para trabajar tanto dentro como fuera de la organización.
5. Se han proporcionado mecanismos para integrar servicios y aplicaciones que permiten la interacción con otras organizaciones.
6. Se han empleado ontologías que identifican un formato de representación común que permite explotar los datos en otros ámbitos para los que fueron diseñados.

En la investigación que se ha llevado a cabo, la validación de las hipótesis de trabajo se ha hecho desarrollando proyectos en organizaciones reales. En estos proyectos se ha podido experimentar con los supuestos de modelado e interoperabilidad que se establecían en este trabajo.

Debemos resaltar que todos los desarrollos experimentales que se han llevado a cabo con esta plataforma están actualmente en funcionamiento

en las organizaciones, lo cual valida ecológicamente la utilidad de los resultados obtenidos.

En estos ámbitos de investigación, el trabajo experimental no se puede hacer en laboratorio porque es imposible reproducir los detalles que existen en la realidad a la que va destinada. Debido a ello, el grupo de investigación ha tenido que organizarse para tener recursos, fundamentalmente humanos, para acompañar el proceso de investigación tecnológica, en consultoría y asistencia técnica en el entorno empresarial, y así poder llevarla a cabo.

De esta forma, la aportación científica no ha sido el único objetivo, aunque sí el más importante, dado que el grupo de investigación ha tenido que orientarse creando una estructura de transferencia para ejecutar los proyectos. También se ha planteado un sistema docente con un modelo de enseñanza no formal en el que se ha tratado que el estudiante comprenda la utilidad económica del trabajo de investigación y la necesidad de un esfuerzo adicional para convertirlo en valor.

A la vez, el trabajo experimental es coherente con la motivación del trabajo ya que se ha pretendido que los resultados sean útiles y transferibles al mercado. No sólo es la validación experimental lo que se ha vinculado con organizaciones reales, la propia motivación y los resultados de este trabajo están directamente conectados con la realidad del mercado.

En este sentido, las contribuciones de este trabajo tienen valor para generar actividad económica. Este proyecto no sólo está comprometido con la misión de incrementar el conocimiento, sino también con la de crear riqueza desarrollando tecnologías innovadoras que permitan a su vez crear empleo. El trabajo de experimentación ha estado relacionado también con la aplicación práctica del conocimiento que se ha investigado, lo que ha sido la base para desarrollar tecnologías que tienen el potencial de ser útiles en el mercado.

Para poder transferir este conocimiento, se ha tenido que convencer a los responsables de las organizaciones para que confiaran en la tecnología y en el equipo que estaba detrás. La principal fuente de desconfianza es la dependencia a una solución que consideraban potente

pero que les exponía a riesgos de dependencia tecnológica. Por ello, se planteó desde el principio un modelo de distribución de software libre/abierto, lo cual ha sido una solución casi definitiva para inspirar la confianza necesaria. Este modelo de distribución no recela del cliente con lo que el cliente tampoco recela del proveedor de la solución.

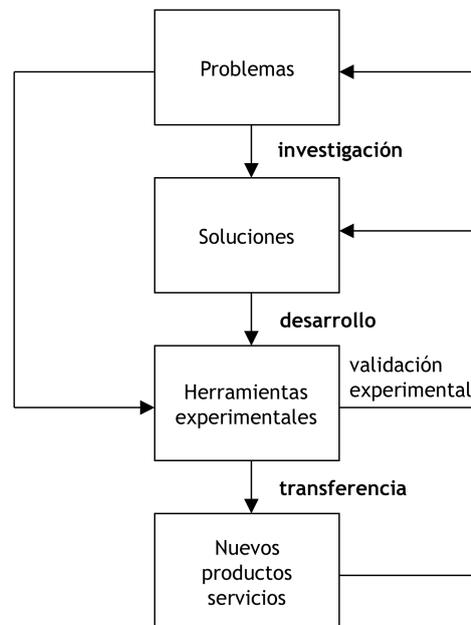


Figura 7-1. Ciclo de investigación, desarrollo y transferencia

En la figura 7.1 se muestra el ciclo de investigación, desarrollo y transferencia que se ha seguido en este trabajo. Este ciclo parte de problemas reales que existen en el mercado y se ha orientado para generar nuevos productos y servicios que den respuesta a estos problemas. El resultado de la investigación son soluciones que inspiran el desarrollo de herramientas experimentales. La transferencia consiste en transformar estas herramientas experimentales en productos o servicios directamente utilizables en el mercado.

7.2 Aportaciones y consecuencias

Las aportaciones de este trabajo se describen entendiendo que hay que realizar una aproximación a un problema desde diferentes puntos de

vista. Tal y como se ha querido reflejar con la leyenda de los ciegos y el elefante que se utilizó de cita introductoria a este trabajo, no es una estrategia adecuada abordar problemas complejos desde visiones parciales.

La aplicación de las TIC en las organizaciones debe visualizarse de forma conjunta, es decir considerando tanto los cambios organizacionales derivados del uso de las tecnologías como los cambios tecnológicos que requieren las organizaciones para dar soporte a su negocio.

En los próximos apartados se describen las principales aportaciones en los siguientes ámbitos:

1. Arquitectura y modelado del negocio
2. Gestión de la infraestructura e interoperabilidad
3. Alineamiento estratégico

Por último se describen las principales contribuciones al estado del arte en el ámbito tecnológico.

7.2.1 Arquitectura y modelado de la organización

La literatura refiere aproximaciones al modelado que tienen un cierto parecido a la solución que se propone pero hay diferencias sustanciales en relación a la arquitectura y modelado de la organización

En este trabajo se propone una solución holística (arquitectura y modelos de negocio) que ha sido posible gracias a la imbricación de procesos teóricos, procesos de laboratorio y procesos de transferencia (desarrollo y mantenimiento de sistemas de información). Esto surge como consecuencia de la cadena I+D+Transferencia que genera un valor añadido. Si no hay transferencia no se habría podido llegar a una solución de este tipo.

Una de las aportaciones principales de este trabajo ha sido un marco metodológico en el que el modelado de la organización está basado en *unidades de negocio* como elemento de análisis. Una unidad de negocio es una entidad atómica del negocio centrada en proporcionar unos servicios concretos a sus clientes.

Este marco metodológico permite proyectar arquitecturas orientadas a servicios en las organizaciones, identificando las unidades de negocio que existen y definiendo los servicios que una unidad de negocio presta a otra.

La orientación a servicios en las organizaciones consiste en dotar a la organización de una estructura horizontal basada en unidades de negocio con una orientación al cliente. Esta organización horizontal se establece en primer lugar, configurando las peticiones de servicio entre unidades de negocio, y en segundo lugar, definiendo los flujos de trabajo en cada unidad de negocio que terminan en la provisión del producto o servicio al cliente. Esta visión se diferencia de la organización vertical en que no se establece como una agregación de departamentos independientes y que se coordinan a través de una jerarquía de mando.

A diferencia de otras aproximaciones al modelado del negocio basadas en procesos, la visión que se ha propuesto permite aproximarse al problema desde arriba (top-down) entendiendo que los procesos se ejecutan dentro de las unidades de negocio para dar soporte a los servicios. En una aproximación desde abajo (bottom-up), los procesos se tienen que articular sin la visión global de cómo éstos encajan en la estructura organizacional. Así, una aportación fundamental metodológica de este trabajo es que los procesos deben definirse después de haber establecido la estructura de unidades de negocio y los servicios que cada una presta.

Si bien la gestión por procesos es una herramienta contrastada para realizar la mejora de la gestión en las organizaciones, es necesario configurar primero la arquitectura organizacional orientada a servicios. Para ello, se proporciona un conjunto de mecanismos de modelado que permiten describir los procesos de negocio como un mecanismo para provisionar un servicio. Los procesos se definen y modelan, señalando los roles de cada miembro y bajo la supervisión de un responsable.

Así, para realizar el modelado de la organización, es necesario definir la arquitectura de la organización basada en unidades de negocio y los servicios que presta cada una de ellas.

Este marco analítico integrado en el paradigma de Ingeniería Dirigida por Modelos asegura uno de los aspectos clave en el desarrollo de los sistemas de información: la alineación estratégica del negocio con los procesos y la tecnología.

A diferencia de otras soluciones de ingeniería dirigida por modelos, se ha planteado una ejecución de los modelos mediante la interpretación en lugar de la traducción o compilación. Esta aproximación permite que se pueda desarrollar más fácil, rápido y por lo tanto incurriendo en menos costos. A la vez se facilita la formación del equipo de desarrollo al tener que trabajar con un único lenguaje, y se permite que el modelo sea transportable e independiente de la plataforma.

El esquema de modelado se ha diseñado en tres niveles de abstracción en los que se definen diferentes aspectos del sistema de información:

1. Modelado estratégico. Donde se formaliza la estrategia de una unidad de negocio y se representa la visión del negocio, las especificaciones de los servicios que presta la unidad de negocio y la relación que se establece con el cliente.
2. Modelado operacional. Donde se define la forma con la que se va a proporcionar los servicios a sus clientes gestionando óptimamente los recursos.
3. Modelado tecnológico. Se utiliza para modelar los aspectos de interfaz de usuario, gestión de la persistencia e interoperabilidad.

En la elaboración de esta visión normalmente interviene toda la organización a través de un equipo multidisciplinar con presencia de personas conocedoras de los diferentes procesos y, donde además de definir operacionalmente cómo funciona la organización, se definen unos objetivos cuantificables que establecen la calidad de servicio que se le ofrece al cliente.

7.2.2 Gestión de la infraestructura e interoperabilidad

Esta solución también resuelve los problemas de facilitar tanto la gestión de la infraestructura tecnológica como la interoperabilidad con aplicaciones externas o con servicios de otras unidades de negocio.

La gestión de la infraestructura y la interoperabilidad están orientadas a permitir la flexibilidad y la extensibilidad del sistema agregando nuevos componentes o sistemas fácilmente. Para ello se ha empleado el principio de diseño Abierto-Cerrado (PAC) mediante el cual se definen interfaces abstractas a partir de las cuales se crean manejadores concretos del sistema que se desee integrar [SHAL01].

En el caso de la gestión de la infraestructura, los mecanismos se han orientado a proporcionar libertad a la organización para definir su propia arquitectura tecnológica. Los mecanismos habilitados permiten la agregación de nuevos componentes a la plataforma, simplemente desarrollando los manejadores concretos del sistema que se desea configurar, por ejemplo un directorio de usuarios.

En cuanto a la interoperabilidad, los esfuerzos se han dirigido a permitir la automatización de los procesos y eliminar el trabajo manual de los empleados, que deben mecanizar las operaciones en otras aplicaciones que estén funcionando en la organización, o gestionar la interconexión con otras organizaciones.

Para abordar la interoperabilidad con aplicaciones que la organización haya incluido como parte de su infraestructura tecnológica o con servicios de negocio de otras organizaciones, se han realizado las siguientes actuaciones:

1. Se ha diseñado una arquitectura de adaptadores y traductores que permiten extender la funcionalidad de la plataforma con poco esfuerzo.
2. Se ha establecido una estrategia de federación de las transformaciones basada en ontologías que permiten la comunicación de datos en formatos conocidos por los sistemas.

La ontologías proporcionan conceptos, relaciones entre conceptos y reglas, que conceptualizan un dominio concreto y que deben ser interpretadas de la misma forma por todos los participantes en el proceso.

Si los servicios que ofrece una organización están basados en ontologías, éstos podrán ser fácilmente interpretados por otras organizaciones que entiendan el significado de dicha ontología o alguna equivalente.

Las ontologías se utilizan como un mecanismo para federar los esquemas de representación de los servicios y así encapsular las relaciones entre unidades de negocio. Así se pueden consumir servicios de otras aplicaciones a través de una comprensión común definida en la ontología.

Esto permite integrar aplicaciones y servicios que sean necesarios para trabajar en las organizaciones y en su interacción con otras organizaciones respectivamente.

7.2.3 Alineamiento estratégico

La solución que se propone no sólo ayuda al desarrollo de la infraestructura tecnológica que da soporte al sistema de información, sino también al replanteamiento del funcionamiento de la organización para mejorar la gestión de los procesos, gestionar eficazmente el conocimiento, cooperar con otras organizaciones de forma flexible y simplificar las tareas diarias que deben llevar a cabo los trabajadores dentro de las organizaciones.

Desde el punto de vista de las organizaciones, y analizando los resultados experimentales que hemos obtenido en los proyectos que se han abordado con esta solución, podemos destacar las siguientes aportaciones a la mejora de las organizaciones:

- Aumentar la cohesión negocio-tecnología
- Diseñar modelos flexibles de negocio
- Impulsar la innovación en las organizaciones

La solución que se ha propuesto, al tener la misma semántica en ambos lados, nos permite analizar en paralelo y de manera dual el negocio y el soporte tecnológico. De esta forma ayudamos a evitar la divergencia entre la visión organizacional y la tecnológica. Este paralelismo semántico facilita los procesos de ingeniería, desde su comprensión hasta su implementación ya que no es necesario modelar el negocio para luego traducir el modelo de negocio a un lenguaje de implementación.

Las consecuencias de una falta de coherencia se relacionan con que las organizaciones no pueden desarrollar ciertas actividades porque el sistema de información no las soporta, pudiéndose complicar bien la implantación de los procesos de negocio sobre una plataforma tecnológica que no se ajusta perfectamente; o bien la arquitectura tecnológica introduciendo funcionalidades que a priori no estaban previstas y que corrompen la pureza arquitectónica.

Al tener la misma orientación y una semántica común el negocio y el sistema de información, se puede mantener de forma natural el paralelismo entre la visión organizacional y la tecnológica. Para conseguir que la visión estratégica del negocio y las TIC se mantengan alineados y cohesionados, tanto a nivel organizacional como a nivel tecnológico, se ha planteado la visión de los conceptos de las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA).

Esta solución incide en ayudar a las organizaciones a aprovechar el potencial de las TIC como herramienta para la innovación en los negocios, pero ello depende de la capacidad tanto para entender las oportunidades de la tecnología como para modificar las estructuras. Las pequeñas organizaciones se encuentran con una doble dificultad: el desconocimiento del potencial de las TIC y la dificultad para abordar el cambio organizacional, tanto por falta de capacidad económica como por el miedo a un ámbito tecnológico y a una orientación empresarial desconocida. Con esta solución no se pretende automatizar los procesos de una organización, sino impulsar el cambio organizacional aprovechando las TIC.

Durante el desarrollo de los proyectos experimentales que se han llevado a cabo, siempre se ha tratado de plantear una estructura organizativa que facilite el aprendizaje y propicie un cambio cultural entre los trabajadores. En este sentido es fundamental estimular que los trabajadores aprovechen los conocimientos de otros trabajadores y a difundir los conocimientos entre ellos [NONA94]. La creación de un entorno que propicia el desarrollo individual es la única manera de conseguir que el conocimiento se pueda transmitir entre todos los miembros de la organización y se pueda producir el cambio.

7.2.4 Contribuciones al estado del arte

Los resultados de este trabajo no solamente contribuyen a la mejora de la situación tecnológica de las organizaciones. Este trabajo contribuye también al estado del arte:

- Incorporando el modelado tecnológico dentro del modelado organizacional y operacional. Esta visión permite desarrollar un modelo integral del sistema de información que puede ser directamente interpretado por el entorno de ejecución.
- Abordando la interoperabilidad entre organizaciones, no sólo desde el punto de vista del sistema, sino también desde el punto de vista de la organización y del usuario.
- Facilitando metodológicamente la gestión del proceso de cambio organizacional, en un contexto que facilite la externalización de partes de un proceso. La clave en este contexto es permitir que el sistema de información pueda interoperar con sistemas de información de otras organizaciones para que el negocio se alinee a nuevas oportunidades de una forma rápida.

En este trabajo se introduce una aproximación a la Ingeniería Dirigida por Modelos sustancialmente diferente a la aproximación que presenta MDA, la arquitectura de referencia de la OMG. Las ventajas de la interpretación de los modelos de negocio sobre la compilación son hipótesis de partida que en trabajos posteriores tendrían que ser validadas experimentalmente. Lo que sí se ha podido comprobar empíricamente en este trabajo, es la validez funcional del metamodelo.

Actualmente muchas organizaciones están funcionando con esta plataforma tecnológica, gracias a la cual han podido incorporar herramientas plenamente adaptadas a sus necesidades en el funcionamiento de su organización, abordando procesos de reingeniería en las organizaciones con poco esfuerzo de desarrollo, costes muy bajos y tiempos cortos de desarrollo.

Todo el valor del trabajo realizado para estas organizaciones se ha materializado en concepto de conocer sus necesidades, mejorar sus procesos y formar a los trabajadores en la utilización de las herramientas.

Por tanto se ha demostrado empíricamente que una aproximación basada en la interpretación de modelos de negocio es viable, y tenemos la certeza de considerar que el metamodelo está plenamente maduro para consolidarlo y avanzar en otras áreas del proyecto.

7.3 Implicaciones

La reingeniería de negocios, apoyándose en las TIC, pretende dar soporte al cambio en la organizaciones para dar cobertura a sus objetivos estratégicos. Por un lado se trata de dar una respuesta a la necesidad de adaptación rápida de la actividad de negocio a las exigencias de un entorno organizacional y tecnológico muy dinámico, y por otro lado se pretende no perder de vista en ningún momento el objeto último de la actividad del negocio, que es dar una respuesta satisfactoria a una petición de servicio o producto.

7.3.1 Cambio organizacional

En general, sería deseable que las organizaciones pudieran aprovechar el potencial de las TIC como herramienta para la innovación en los negocios, pero ello depende de la capacidad tanto para entender las oportunidades de la tecnología como para modificar las estructuras con las que opera la organización.

En definitiva, se trata de dotar al negocio de una visión en la que la gestión se rediseña contando con el soporte de las TIC y a la vez las TIC son utilizadas para innovar. La adopción de las TIC en las organizaciones puede considerarse un catalizador del cambio de la organización.

El cambio organizacional requiere un estudio y replanteamiento de los objetivos generales; las necesidades de información de la organización, tanto internas como para su relación con el entorno; y de los procesos de negocio en cuanto a qué información requieren o qué cambios habría que introducir para gestionar la información de forma más eficiente. La introducción de las TIC sin un replanteamiento de los procesos puede generar insatisfacción en los usuarios, que pueden percibir una

sobrecarga en su propio trabajo al tener que aprender a utilizar los nuevos sistemas, en beneficio de los directivos o propietarios del negocio.

Evidentemente un replanteamiento organizativo resulta mucho más fácil en la teoría que en la práctica. Las transformaciones organizacionales tienen un alto porcentaje de fracasos, entre el 50% y el 70% según diferentes estudios [LAUB03] [HAMM94].

Cuando se introducen nuevos procesos de negocio deben cambiar los trabajos y estructuras. A su vez estos procesos requieren nuevos sistemas de administración y medición, que generan nuevos valores culturales para sustentar los nuevos procesos de negocio. Este proceso es cíclico dado que todos estos elementos tienen un acoplamiento que obliga a un necesario equilibrio entre ellos.

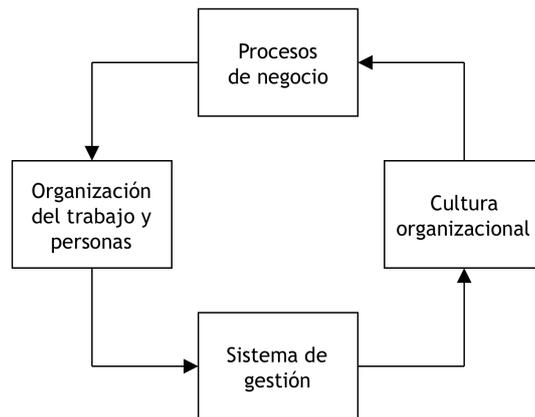


Figura 7-2. Ciclo de innovación en las organizaciones

El rediseño del sistema de información de una organización es un problema muy complejo dada la diversidad importante de visiones diferentes del sistema. La complejidad es abrumadora, pues las variables no tienen que ver exclusivamente con cuestiones técnicas sino también sociales. En la estructura humana de una organización cada grupo exhibe una cultura diferente que puede ser necesario cambiar, y siempre puede haber alguien que impida o frene el desarrollo de una nueva visión organizativa [ARGY78]. Las causas puede ser resistencia al cambio, falta de motivación o actitudes defensivas:

- Actitudes defensivas, al entender que el conocimiento es una fuente de poder individual al que no quieren renunciar o al resistirse a nuevas formas de ver la realidad.
- Falta de motivación al no dar con fórmulas para atraer y fidelizar a sus empleados, creando un clima laboral adecuado, construyendo una cultura de empresa y reconociendo el talento.

El proceso de cambio se hace con la gente; si no existe una cultura organizacional abierta al cambio, no se puede empezar un proceso de reingeniería. En el proceso de reingeniería, en el que se pasa de una estructura vertical a una estructura horizontal (ver siguiente figura), se requiere una redefinición de la autoridad administrativa y un estilo distinto de relaciones tanto laborales como con los proveedores. A los proveedores no se les puede ver como adversarios a quienes habría que derrotar, hay que verlos como socios en un proceso comercial común.

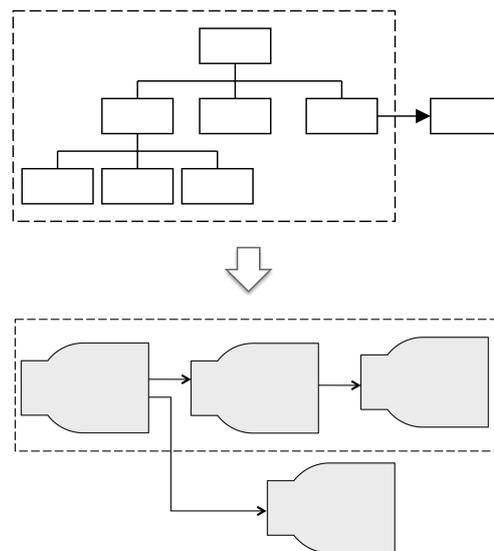


Figura 7-3. Cambio de estructuras verticales a horizontales

El cambio en las organizaciones es una consecuencia obligatoria de los cambios inmediatos en su entorno: un nuevo socio, cliente o proveedor pueden obligar a cambiar la forma de trabajar en la organización. En este contexto, las organizaciones deben estar continuamente en cambio y adaptación entre ellas para afrontar nuevos retos en el mercado.

La complejidad de cualquier organización obliga a descartar la idea de diseño absoluto y final. En su lugar, se conduce a una visión de la organización en un proceso de aprendizaje continuo. En general, el diseño de una organización es un proceso de aprendizaje organizacional en el que el sistema conserva su integridad manteniendo una estrategia y un propósito.

Una organización que aprende (Learning Organization) [ARGY78] es aquella que “facilita el aprendizaje de todos sus miembros y que continuamente se transforma” [PEDL91]. Se entiende que el aprendizaje no es una actividad especializada de un grupo particular, sino una forma de funcionamiento de la organización en la que cualquiera es un trabajador con el potencial de adquirir y transferir conocimiento. Así, la estructura y cultura de la organización son elementos fundamentales para la integración de todos los procesos de aprendizaje que a nivel individual existen en la organización. El papel esencial de la estructura organizativa es integrar el conocimiento individual de los miembros de la empresa, y al mismo tiempo capacitar a la gente para que traslade el aprendizaje a la acción [GRAN96].

El objetivo general de cualquier organización debiera ser ampliar el conocimiento creado por los individuos y cristalizarlo como parte de la red de conocimientos de la organización. Por ello, toda organización es responsable de crear las condiciones y un ambiente favorable que permitan el desarrollo de actividades en grupo para la creación y acumulación de conocimiento a nivel individual.

7.3.2 Coingeniería

Ante la necesidad de una respuesta rápida de adaptación del sistema de información para abordar los retos del mercado, y asumiendo el hecho de que la infraestructura TIC no puede construirse de forma instantánea, a menudo surgen conflictos en las organizaciones al percibirse falta de capacidad de respuesta o un insuficiente retorno de la inversión en las TIC. La paradoja justamente es que si se desea reducir el tiempo de respuesta para realizar un cambio del sistema de información hay que invertir más recursos. Entender esto es complicado para algunos directores de organizaciones.

El modelo de funcionamiento clásico que consiste en encargar a los informáticos el desarrollo de una aplicación software para resolver una operativa muy concreta, fracasa porque se desalinea el soporte tecnológico de las necesidades de la organización. Dada la importancia que actualmente tiene la tecnología para las organizaciones, es necesario que las TIC salgan del corsé que se crea al estar en el departamento de informática. En realidad las TIC están generalizadas en toda la organización y el sistema de información tiene que tener un conocimiento global de su funcionamiento.

El modelo de alineación estratégica que se ha introducido en apartados anteriores no tiene la suficiente capacidad de respuesta para producir los resultados que demanda una organización. La noción de alineamiento sugiere justamente una ejecución secuencial: si cambia la estrategia del negocio, entonces la tecnología debe alinearse con la nueva orientación. También puede suceder que surja alguna posibilidad tecnológica nueva que permita orientar la estrategia de la organización para aprovechar la oportunidad, aunque creemos que esto sucede con menos frecuencia ya que para ello es necesario que el director de la organización tenga un amplio conocimiento de las TIC.

El concepto de alineamiento implica una relación elástica entre dos elementos en los que, cuando uno de los dos tira, el otro le sigue pero creando tensiones que dificultan aún más una ejecución rápida. Este concepto refleja la cohesión entre el negocio y soporte TIC. Este trabajo ha pretendido mejorar la cohesión entre el negocio y las TIC reduciendo la variación del desalineamiento.

Para ello, se ha tratado el problema del alineamiento con una solución que exhibe un paralelismo semántico del modelado organizacional y tecnológico y que permite:

- cristalizar conjuntamente la concepción del negocio con la visión tecnológica para que los componentes estén perfectamente atados como metáfora de la cristalización de una aleación metálica en el proceso de temple.
- realizar cambios en el sistema de información rápidamente y con un coste muy bajo.

La herramienta de modelado que se propone, al tener la misma semántica en ambos lados, nos permite analizar en paralelo y de manera dual el negocio y el soporte tecnológico. De esta forma ayudamos a evitar la divergencia entre la visión organizacional y tecnológica. Este paralelismo semántico facilita los procesos de ingeniería desde su comprensión hasta su implementación, ya que no es necesario modelar el negocio para luego traducir el modelo de negocio a un lenguaje de implementación.

Por tanto, no creemos que sea una buena práctica desacoplar la estrategia del sistema de información de la estrategia de la organización; por el contrario, creemos que sería deseable una única estrategia que oriente en su conjunto la organización y el sistema de información. El definir la estrategia TIC al mismo tiempo que se toman otro tipo de decisiones estratégicas dentro de la organización, permitiría construir la infraestructura tecnológica necesaria con cierta antelación.

El gran reto es reconocer que no debe existir una sincronización entre ambas cada vez que se produce un cambio, sino al contrario se debe construir de forma conjunta. De hecho, cada vez más el papel de los informáticos es desplegar una visión de las oportunidades que crea la tecnología y las posibilidades de innovación en los negocios.

Los tecnólogos no son simples técnicos, sino que forman parte del núcleo de toma de decisiones de las organizaciones. Dejar fuera la visión del tecnólogo que es capaz de conjugar las posibilidades que da la tecnología con las posibilidades que da el negocio es perder una posibilidad de crecimiento o supervivencia de la empresa.

Los tecnólogos, y en concreto los expertos en TIC, tienen la capacidad de utilizar su conocimiento para contrarrestar las fuerzas que amenazan la supervivencia de la organización: amenaza de entrada de nuevos competidores, amenaza de productos sustitutos, rivalidad entre competidores, negociación de los proveedores o negociación de los compradores [PORTER80]. Las organizaciones debieran basar su estrategia en el aprovechamiento del conocimiento que poseen los expertos en tecnologías para diseñar sus estrategias adecuadamente, con el fin de reducir la influencia de estas fuerzas. Lo que se plantea es que la

ingeniería de la organización y la ingeniería del sistema de información en el fondo deberían ser el mismo proceso.

7.4 Trabajo futuro

7.4.1 Desarrollo evolutivo en MDE

En la ingeniería dirigida por modelos, el desarrollo evolutivo tiene lugar de forma natural dado que el esfuerzo de modificación o adición de alguna funcionalidad en el sistema tiene un coste muy bajo. Esta circunstancia permite incluso explorar diferentes posibilidades que surjan en reuniones de trabajo, implementando diferentes aproximaciones de la solución final y valorando que opción se ajusta mejor a las necesidades de la organización.

No obstante, existen retos metodológicos que aún deben ser abordados, no sólo para la propuesta de solución que se presenta en este trabajo, sino para cualquier otra aproximación a la ingeniería dirigida por modelos.

Para clarificar las necesidades metodológicas, es necesario entender que el proceso de evolución es continuo y afecta, no sólo a los modelos de negocio sino a la propia arquitectura de la solución tecnológica y al metamodelo. De hecho, los cambios que se van introduciendo de forma incremental en la plataforma se deben a necesidades de modelado que han planteado nuevas organizaciones a las que nos enfrentamos.

El valor primario de la ingeniería dirigida por modelos se encuentra en modelado utilizando un lenguaje de modelado o metamodelo. Si este metamodelo cambia, todos los modelos que fueron definidos utilizando el metamodelo inicial podrán requerir algún tipo de mantenimiento, con el fin de adaptar la semántica de funcionamiento a la nueva sintaxis.

De la única manera en que se pueden volver a usar los modelos basados en el metamodelo anterior es migrándolos al nuevo metamodelo. Durante este proceso de migración, se debe preservar la lógica del funcionamiento que existía en el modelo anterior y añadir al modelo

aquellas nuevas características que permita el nuevo metamodelo. Idealmente, esto debiera hacerse con la mínima intervención humana posible, pero en la práctica es muy complicado.

La transformación automática del modelo requiere la definición e implementación de herramientas de transformación entre dos metamodelos concretos. Este tipo de transformaciones son posibles cuando los cambios son sintácticos, por ejemplo se renombra un concepto, pero son bastante más complicados cuando se trata de cambios semánticos, por ejemplo cuando la aproximación al modelado de proceso es diferente. Este tipo de migración requiere que el significado se transporte y preserve entre los dos dominios y para ello es necesario la intervención humana.

Esta problemática ya ha sido abordada para MDA del OMG, con un lenguaje de transformación automático entre modelos llamado ATL (Atlas Transformation Language) [GMT07]. No obstante, y a pesar de que esta herramienta elimina trabajo tedioso en los procesos de conversión de modelos, hay transformaciones que deben realizarse de forma manual.

Para resolver esta cuestión, nos inclinamos por una aproximación metodológica que integre herramientas de transformación automática, en lugar de una aproximación puramente tecnológica. Las transformaciones automáticas requieren “inteligencia” para aquellas transformaciones semánticas que transporten partes del modelo a una nueva representación. No creemos que las herramientas, si bien pueden eliminar el trabajo rutinario y tedioso de la transformación, puedan realizar el trabajo completo.

Partiendo de que es imposible realizar la transformación completa del modelo de forma automática, creemos que se hace necesario asegurar metodológicamente que la transformación del modelo se haga con las garantías de calidad, conservando las restricciones y requisitos que reflejaba el modelo en su versión original. Este tipo de metodologías serán una garantía para la ingeniería dirigida por modelos en general, al garantizar la evolución tecnológica de las organizaciones que opten por esta aproximación.

Una línea futura de investigación, que surge como resultado de este trabajo, es el desarrollo de una metodología de mantenimiento. Esta metodología permitiría gestionar y asegurar la calidad del proceso de transformación de modelos y espacios de negocio. Esta metodología debería contemplar al menos las siguientes fases:

1. Asistencia en la identificación de las herramientas de transformación automática que pudieran acelerar y automatizar tanto la transformación del modelo como del espacio de negocio.
2. Ingeniería completa de estas herramientas: análisis, diseño, implementación y pruebas.
3. Reingeniería de los modelos de negocio que implicaría un análisis inverso de los modelos existentes para su posterior reimplementación.
4. Diseño y ejecución de pruebas de verificación, integración, validación y de sistema.

7.4.2 Emergencia de sistemas complejos

En el contexto que nos ocupa, y cuando diferentes organizaciones son capaces de interoperar entre ellas fácilmente, puede emerger un sistema complejo que representa una nueva forma de organización. A estos sistemas que emergen del acoplamiento entre organizaciones se les llama organizaciones virtuales (*virtual organisations, network organisations o self-managing teams*) [DESA94a].

Este tipo de organizaciones están formadas por equipos virtuales de personas que son capaces de desarrollar procesos comunes trabajando como si pertenecieran a una única organización. Estos equipos virtuales están formados por personas que pertenecen a diferentes organizaciones, y en general se encuentran en diferentes localizaciones físicas y reflejan diferentes culturas organizacionales. Normalmente, los trabajadores en las organizaciones virtuales no están bajo el control de un superior, lo que implica que asumen mayores niveles de responsabilidad y deben tomar más decisiones [MILL97].

Una organización virtual está compuesta de un grupo de entidades autónomas, tales como organizaciones, negocios o incluso individuos.

Dentro de la organización virtual, estos miembros pueden estar mutuamente regidos por un conjunto de políticas y reglas.

Las entidades que componen la organización virtual tienen distintas capacidades que se derivan de sus competencias principales. La conjunción de estas capacidades es una motivación para la formación de la organización virtual. Compartir estas capacidades entre los miembros de una organización virtual puede ser un beneficio mutuo dado que la organización virtual permite desarrollar nuevas capacidades.

Las organizaciones virtuales normalmente se forman para atender una nueva oportunidad del mercado que individualmente ninguno puede afrontar por sí mismo. La organización virtual desaparece cuando la oportunidad deja de existir. Se benefician del uso de las tecnologías para la comunicación y colaboración. Es muy común encontrar colaboraciones entre organizaciones distribuidas geográficamente trabajando hacia un objetivo común usando las TIC.

Las organizaciones virtuales se caracterizan por (a) procesos muy dinámicos, (b) relaciones contractuales entre entidades, (c) fronteras abiertas y (d) estructuras reconfigurables [DESA99]. El resultado es una organización sin muros [GALB95] que actúa como una red colaborativa de gente trabajando conjuntamente pero independientemente de su localización o pertenencia.

Las entidades que son parte de una organización virtual deben rediseñarse continuamente, de tal forma que a cualquier persona de la organización se le pueda asignar nuevas funciones, tareas y roles, con mínimos retardos y con la máxima celeridad y flexibilidad. Las relaciones en las organizaciones virtuales son muy flexibles, lo que resulta fundamental para organizar dinámicamente funciones, tareas y roles. Esta reorganización dinámica que se produce permanentemente contribuye a la estabilidad del sistema y por tanto mejora su capacidad de adaptación a cambios o perturbaciones que se puedan producir en el entorno.

En este sentido, la solución tecnológica propuesta introduce mecanismos de diseño e implementación flexibles que permiten que las organizaciones se puedan redefinir continuamente y de esta forma

lograr equilibrios de forma dinámica. En general, las características de la ingeniería dirigida por modelos encajan perfectamente con el requisito de flexibilidad que demandan implícitamente las organizaciones dinámicas. Las facilidades de comprensión, modificación y extensión para adaptarse a nuevas necesidades del negocio permiten que puedan producirse cambios en los requisitos para los que fue diseñado sin incurrir en costes demasiados altos.

La autorregulación de las organizaciones virtuales se puede lograr cuando las organizaciones que la componen son autónomas y tienen la capacidad para realizar cambios individualmente. La organización virtual se mantiene mientras tenga éxito en mantener su organización interna a través de la evolución, favoreciendo aquellos acoplamientos que permitan que dos organizaciones independientes interactúen entre ellas manteniendo la cohesión y autonomía individual pero a la vez el equilibrio del sistema.

Basado en este principio de preservación de la autonomía de las organizaciones, el control en éstas no está centralizado y no existe una jerarquía de mando, por lo que los trabajadores en las organizaciones virtuales no están bajo el control de un superior [MILL97].

La organizaciones virtuales son un tipo concreto de sistemas complejos extremadamente complejos que, en general, se caracterizan por exhibir una organización e integración de diferentes componentes sin una autoridad central que organice el funcionamiento general del sistema. En estos sistemas, y del proceso de integración de partes para constituir el todo, surge un comportamiento emergente, es decir comportamientos que no están presentes en las partes pero si están en el todo. A estos sistemas no se les puede aplicar los principios del reduccionismo científico, es decir no se puede explicar el funcionamiento del todo a partir del funcionamiento agregado de las partes [DESA99].

Los sistemas complejos se caracterizan por su capacidad de establecer y mantener múltiples equilibrios entre las partes alcanzadas y mantenidas por el sistema. Cualquier sistema que sea capaz de adaptarse a cambios y perturbaciones en el entorno y conservar su estructura y sus funciones por medio de equilibrios dinámicos se dice que es un sistema homeostático [DESA94b].

El Modelo de Sistemas Viables (MSV) representa un marco de análisis que resulta muy interesante para estudiar el funcionamiento de los sistemas complejos. MSV hace un postulado recursivo, diciendo que los sistemas viables están compuestos a su vez por sistemas viables, cada uno preocupado por su propio desarrollo. Es decir, una organización virtual, para ser viable, debe estar compuesta por organizaciones que también sean viables [BEER85].

La viabilidad se mantiene cuando diferentes actividades pueden desarrollarse sin interferir entre ellas mismas, gestionándose conjuntamente, calibrando el futuro y haciéndolo en el contexto de una identidad y manteniendo los intereses del conjunto a lo largo del tiempo. Cada organización debe definir sus actividades primarias en forma autónoma, pero estas actividades deben estar cohesionadas estructuralmente a través de otras actividades. MSV distingue 5 tipos de actividades: Implementación, Control, Coordinación, Inteligencia y Políticas [BEER85].

Estas actividades representan cinco criterios esenciales que se deben tener en cuenta para el diseño de una organización que se quiera hacer viable y poder formar parte así de organizaciones virtuales viables.

La solución que se propone en este trabajo introduce mecanismos de interoperabilidad entre organizaciones que permiten su acoplamiento. En el futuro, cuando diferentes plataformas de negocio sean capaces de interoperar entre si a través de buses de interoperabilidad, seguramente emergerán estas nuevas formas de organización.

Por tanto, creemos que es necesario que en la propia reingeniería de la organización haya un compromiso claro por incorporar las funciones que identifica el MSV para garantizar la viabilidad de las organizaciones individualmente y de las organizaciones virtuales en su conjunto.

Los mecanismos de interoperabilidad aún no han sido probados extensivamente, pero son esenciales para habilitar la presencia de organizaciones virtuales. En trabajos posteriores sería deseable probar como se comporta la plataforma en situaciones de reconfiguración dinámica de las relaciones entre unidades de negocio.

Otros posibles escenarios de extensión de este trabajo en futuros proyectos de investigación podría ir orientada a complementar las metodologías de reingeniería de procesos de negocio con directrices que incorporaran este tipo de funciones en las organizaciones. En este ámbito no somos expertos y consideramos que para el desarrollo de este proyecto sería necesario que concursaran especialistas en modelos de cambio organizacional en un trabajo multidisciplinar.

7.4.3 Patrones de diseño de modelos de negocio

En el desarrollo de sistemas de información hay problemas recurrentes de diseño que surgen en contextos organizacionales específicos, y que presentan un esquema genérico y probado de solución.

En estas situaciones se pueden crear patrones de diseño como soluciones reutilizables a un problema recurrente que hay que resolver durante el diseño del sistema de información. Un patrón de diseño está compuesto por un conjunto de clases que, mediante la delegación y herencia, proporcionan una solución robusta y modificable a un problema común. Estas clases son reutilizadas en el diseño de nuevos sistemas de información, para lo cual se requiere su adaptación o refinamiento en base a los requerimientos concretos del sistema que se esté desarrollando [BRUG00].

En los trabajos experimentales que se han llevado a cabo, se han encontrado soluciones que podrían ser generales. En trabajos futuros, se podrían desarrollar patrones de diseño en el ámbito de la ingeniería dirigida por modelos que abordaran cuestiones de arquitectura y gestión en las organizaciones.

Concretamente hay dos soluciones desarrolladas que se podrían generalizar: concentrador y atención distribuida.

1. Concentrador. En las organizaciones cuyas estrategias se orientan a la diversificación de su oferta, las estructuras se forman con muchas unidades de negocio especializadas, con una unidad de negocio que concentra las peticiones de los clientes.
2. Atención distribuida. Cuando la estrategia se orienta a ofrecer una atención en muchas localizaciones, las estructuras se forman

con muchas unidades de negocio de captación y atención de clientes, soportadas por un conjunto de unidades de negocio que ofrece servicios horizontales a las unidades de negocio.

Este tipo de patrones contribuirían a facilitar un cambio organizacional rápido y efectivo. Como decíamos, las pequeñas organizaciones no tienen habitualmente el conocimiento para gestionar adecuadamente el cambio. En este sentido, los patrones de diseño tienen la virtud de contener experiencia y buenas prácticas en un formato que facilita su transferencia a las organizaciones.

Además de su aplicación en el diseño de arquitecturas de negocio, ambos patrones tendrían utilidad en el desarrollo de componentes reutilizables. En este sentido, estos patrones estarían incluidos en modelos de negocio de referencia dirigidos a facilitar la implementación de modelos específicos de negocio.

Como ya se comentó anteriormente, esto tendría que profundizarse en trabajos posteriores en los que se validara experimentalmente la validez ecológica de estos patrones.

7.4.4 Trabajo colaborativo

Hacer viable la colaboración dentro de la unidad de negocio es fundamental para llevar a cabo la gestión del conocimiento. Se trata de facilitar la comprensión de lo que se está haciendo en la organización para crear sinergias, extender o complementar lo que la gente está haciendo.

La mensajería instantánea es el núcleo para la comunicación y colaboración a partir de la cual podemos plantear los siguientes escenarios de aplicación: Conciencia de presencia y actividad o espacios de trabajo compartidos.

Ver quién está online y ser capaz de entender de un vistazo lo que está haciendo esa persona, que hora es en su ubicación, en que parte del mundo se encuentra, si esta trabajando en un documento en ese momento, son necesidades de los usuarios cuando están trabajando online. En un caso de uso típico se puede mostrar a una persona ocupada

para los compañeros de trabajo y totalmente disponible para las personas con las que está en ese momento reunida.

La conciencia de presencia (awareness) también debe ser capaz de reconocer lo que está haciendo el usuario y consecuentemente informar su status de forma selectiva. Por ejemplo, informar que estoy trabajando en un documento concreto a mi compañero de oficina pero no a todos los usuarios.

El usuario debe tener la posibilidad de configuración y anulación de reglas de presencia automatizadas, así como determinación por sí mismo de los disparadores y umbrales para ser utilizados, con el fin de determinar el status de presencia para informar a los demás.

Al colaborar online con otras personas es necesario dar la opción de disponer de espacios de trabajo compartidos en esa interacción.

Se trata de facilitar el acceso remoto al espacio de trabajo de otros usuarios y/o permitir que otros usuarios puedan controlar mi espacio de trabajo.

En ese espacio de trabajo pueden existir documentos que son visualizados simultáneamente por varios usuarios pero controlados por un único usuario. Esto permitiría a un usuario hacer una presentación de un producto a otros usuarios completamente online.

Por otro lado, se puede tener un documento en un espacio de trabajo para trabajar de forma conjunta por los usuarios que participen en una interacción.

7.4.5 Usabilidad en eBusiness

La usabilidad se está convirtiendo en un objeto de interés creciente en el desarrollo de software como factor clave de calidad de un producto [GLAS02]. La mayoría de los modelos para hacer ingeniería de usabilidad son demasiado generales y se centran en aspectos genéricos de los problemas de interacción, sin prestar suficiente atención a la problemática específica que surge en el contexto de las organizaciones.

La usabilidad de un software para una organización se puede beneficiar del conocimiento del usuario y las tareas que lleva a cabo. La interfaz del usuario debería ser parte de la forma de llevar a cabo el negocio y su diseño debería por tanto estar basado en el modelado del mismo. Al mismo tiempo, los procesos de negocio debieran diseñarse con la usabilidad presente.

Cuando se realiza el diseño de la interfaz de usuario, es frecuente considerar diferentes factores. No obstante, el conocimiento del contexto de los usuarios y las tareas que realizan es crucial para diseñar sistemas usables y útiles. También, el conocimiento sobre que trabajo es importante y cual no lo es ayuda a plantear mejores entornos de usuarios.

En la solución tecnológica que se ha propuesto en esta tesis, se ha hecho un esfuerzo por incluir mecanismos de diseño de la interfaz de usuario que queden reflejados en el propio modelo de negocio. No obstante, la usabilidad no puede quedarse meramente en la disposición de elementos en la interfaz de usuario o la configuración de los componentes interactivos. En trabajos futuros, se pueden plantear diferentes soluciones o patrones de diseño que faciliten el diseño de la interfaz de usuario.

7.4.6 Estudios comparativos con otras soluciones

Aún no se han hecho experimentos comparativos entre esta plataforma y otras soluciones orientadas a la ingeniería dirigida por modelos. En trabajos posteriores sería interesante comparar cuantitativamente la plataforma resultado de este trabajo con otras plataformas que existan en el mercado.

Estos trabajos, servirán principalmente para identificar las fortalezas y debilidades en relación a otros productos del mercado. Obviamente, no se debiera comparar aquellos aspectos en los que un producto comercial puede sacarle ventaja a un producto en el que se está investigando, pero sí sería susceptible de ser comparado la expresividad de los modelos o la facilidad de uso del sistema resultante.

Algunos aspectos que a priori se consideran que deben medirse y compararse son los siguientes:

1. Precisión del modelo. Es muy importante que el desarrollador tenga la mayor precisión y control al describir el sistema para poder configurar la plataforma en base a los requisitos de la organización. Para ello, se deberían plantear diferentes escenarios de modelado en los que se mida el desalineamiento entre los requisitos y el resultado final.
2. Expresividad. El esquema de modelado debe tener la capacidad de describir sistemas de información complejos en entornos de requisitos cambiantes. La expresividad del modelo permite entenderlo rápidamente y con ello, reducir las curvas de aprendizaje en tareas de mantenimiento. En este caso, se entiende que se debe medir el tiempo de aprendizaje de un modelo y el tiempo de resolución de la tarea de mantenimiento.
3. Soporte al proceso de desarrollo. Es muy importante que la herramienta de modelado oriente el propio proceso de desarrollo del sistema de información. De esta forma se reduce el tiempo de desarrollo y se evitan errores de programación. Para valorar este indicador, sería interesante medir los tiempos de desarrollo y los errores que se cometen en cada fase.
4. Usabilidad. La usabilidad es un factor clave en los resultados cuando el sistema de información desea desplegarse. En este caso, se puede medir el tiempo que cada usuario tarda en realizar tareas tipo. De esta forma se estaría valorando tanto las facilidades de comprensión de la interfaz de usuario como la comodidad de uso y la eficiencia de la aplicación en la ejecución de las tareas.

Bibliografía

- [ABEL79] D. Abell, J. Hammond, "Strategic market planning: problems and analytical approaches", Prentice Hall, 1979
- [ABRA00] D. Abramson, J. Giddy, L. Kotler, "High Performance Parametric Modeling with Nimrod/G: Killer Application for the Global Grid?", IPDPS'2000, Mexico, IEEE CS Press, 2000
- [ACKE00] M. S. Ackerman, "The Intellectual Challenge of CSCW: The Gap Between Social Requirements and Technical Feasibility", Human-Computer Interaction, Vol. 15, 2000
- [ALMA94] J. Almaraz, "Quality management and the process of change". Journal of Organisational Change Management vol. 7(2), 1994
- [ANDR91] R. Andreu, J. E. Ricart y J. Valor, "Estrategia y sistemas de información", McGraw Hill, 1991
- [ANDR03] T. Andrews et al. , "Business process execution language for web services 1. 1", online: http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=wsbpel, 2003
- [ANDR03] J. H. E. Andriessen, "Working with groupware: understanding and evaluating collaboration technology", Springer-Verlag, 2003
- [ANSO65] H. I. Ansoff, "Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion", McGraw-Hill, 1965
- [ARGY78] C. Argyris, D. Schön, "Organisational Learning: a Theory of Action Perspective", Reading, Mass: Addison-Wesley, 1978
- [ATKI03] C. Atkinson, T. Kuhne, "Model-Driven Development: A Metamodeling Foundation", IEEE Software sept-oct, 2003
- [BAHR95] H. Bahrami, H. , S. Evans, "Flexible re-cycling and high-technology entrepreneurship". California Management Review, vol. 37(3), 1995
- [BALA06] K. Balasubramanian, G. Karsai, J. Sztipanovits, S. Neema, "Developing Applications Using Model-driven Design Environments", 2006
- [BALD03] C. Y. Baldwin, K. B.Clark, "Does Code Architecture Mitigate Free Riding in the Open Source Development Model?", online: <http://opensource.mit.edu/papers/baldwin.pdf> [consultado 17 julio 2007], 2003

- [BANN93] L. J. Bannon, "CSCW: An Initial Exploration", *Scandinavian Journal of Information Systems*, Vol. 5, 1993
- [BARD98] J. Bardram, "Collaboration, Coordination, and Computer Support - An Activity Theoretical Approach to the Design of Computer Supported Cooperative Work", online: <http://www.daimi.au.dk/~bardram/pub.html>, [consultado 17 julio 2007], 1998
- [BARH95] H. Bahrami, S. Evans, "Flexible re-cycling and high-technology entrepreneurship", *California Management Review*, vol 37(3), 1995
- [BARN91] J. Barney, "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage", *Journal of Management*, vol. 17, 1991
- [BARR03] D. Barry, "Web Services and Service-Oriented Architectures: The Savvy Manager's Guide". Morgan Kaufmann, 2003
- [BAUE05] C. Bauer, G. King, P. Peak, N. Heudecker, "Hibernate in Action", Manning, 2005
- [BAYN03] J. S. Bayne, "Architecture of Federated Enterprise". Proc. Instrumentation, Systems and Automation, ISA EXPO, 2003
- [BECK87] R. Beckhard, R. Harris, "Organisational Transitions: Managing Complex Change", Addison-Wesley, 1987
- [BECK01] K. Beck, A. Cockburn, R. Jeffries, J. Highsmith, "Agile Manifesto", online: <http://www.agilemanifesto.org> [consultado 17 julio 2007], 2001
- [BECK02] K. Beck, "Una explicación de la Programación extrema: aceptar el cambio", Addison-Wesley, 2002
- [BEER85] S. Beer, "Diagnosing the System for Organizations", Wiley, 1985.
- [BEYD05] S. Beydeda, M. Book, V. Gruhn, "Model-driven software development", Ed. Birkhäuser, 2005
- [BIER03] M. Biere, "Business Intelligence for the Enterprise", Prentice Hall, 2003. ISBN 0131413031
- [BLUM74] J. G. Blumler, E. Katz, "The Uses of Mass Communications: Current Perspectives on Gratifications Research", Beverly Hills, 1974
- [BOEH98] B. Boehm, A. Egyed, J. Kwan, D. Port, A. Shah, R. Madachy, "Using the WinWin Spiral Model: A Case Study", *IEEE Computer*, July, 1998
- [BOLS03] P. Bolstorff, R. G. Rosenbaum, "Supply chain excellence: a handbook for dramatic improvement using the SCOR model", Amacom American Management, 2003
- [BOXE03] D. Box, D. Ehnehuske, G. Kakivaya, A. Layman. N. Mendelsohn, H. Nielsen, S. Thatte, D. Winer "Simple Object Access Data

- Protocol, SOAP 1. 1" online: <http://www.w3.org/TR/soap>, [consultado 17 julio 2007], 2003
- [BUSH91] G. Bushe, A. Shani, "Parallel Learning Structures". Addison-Wesley, 1991
- [BUYA00] R. Buyya, S. Chapin, D. DiNucci, "Architectural Models for Resource Management in the Grid", en *Lecture Notes in Computer Science Vol (1971)*, Springer, 2000
- [BRAD93] S. Bradley; J. Hausman, R. Nolan, "Globalization, technology, and competition", Harvard Business School, 1993
- [BRAY04] T. Bray, J. Paoli, C. Spermborg-McQueen, E. Maler, "Extensible Markup Language, XML 1. 0. W3C Recommendation" online: <http://www.w3.org/TR/REC-xml>, [consultado 17 julio 2007], 2004
- [BROA97] M. Broadbent, P. Weill, "Management by maxim: how business and IT managers can create IT infrastructures", *Sloan Management Review*, vol. 38(3), 1997
- [BRO075] F. Brooks, "The Mythical Man-Month-Essays on Software Engineering", Addison-Wesley, 1975
- [BROW01] T. Brown, "Modernisation or Failure? It Development Projects in the UK Public Sector", *Financial Accountability & Management*, vol. 17, 2001
- [BRUG00] B. Brugge, A. H. Dutoit, "Object-Oriented Software Engineering", Prentice Hall, 2000.
- [BUBA01] G. Bubas, "Computer mediated communication theories and phenomena: Factors that influence collaboration over the Internet", online: <http://www.carnet.hr/cuc/cuc2001/papers/b1.pdf>
- [BUCH92] D. Buchanan, D. Boddy, "The Expertise of the Change Agent". London: Prentice Hall, 1992
- [BYRD00] T. A. Byrd, D. E. Turner, "Measuring the flexibility of information technology infrastructure: Exploratory analysis of a construct", *Journal of Management Information Systems*, vol. 17(1), 2000
- [CAST96] M. Castells, "The rise of the network society", Cambridge: Blackwell, 1996
- [CHAL00] H. Chalupsky, "OntoMorph: A translation system for symbolic logic" en "Principles of Knowledge Representation and Reasoning" Morgan Kaufmann, 2000
- [CHAN62] A. Chandler, "Strategy and Structure: Chapters in the History of Industrial Enterprise", MIT Press, 1962
- [CHEC99] P. Checkland, J. Scholes, "Soft Systems Methodology in Action", Chichester: Wiley, 1999

- [CHIL01] J. Child, R. G. McGrath, "Organizations unfettered: Organizational form in an information-intensive economy", *Academy of Management Journal*, 44-6, 2001
- [CHRI01] E. Christensen, P. Curbera. G. Meredith, S. Weerarawma, "Web Service Description Language, WSDL. W3C Note 15" online: <http://www.w3.org/TR/wsdl>, [consultado 17 julio 2007], 2001
- [CLAY09] E. Clayberg, D. Rubel, "Eclipse: building commercial-quality plug-ins", Addison-Wesley, 2004
- [COND07] "The Condor Project", online: <http://www.cs.wisc.edu/condor>, [consultado 17 julio 2007], 2007
- [CONR95] R. Conradi, C. Liu, "Process Modelling Languages: One or Many?", *Actas de EWSP'95*, 1995.
- [CROS89] P. Crosby, "Let's Talk Quality", McGraw-Hill, 1989
- [DAFT86] R. L. Daft, R. H. Lengel, "Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design" *Management Science* vol. 32(5), 1986
- [DAMA98] F. Damanpour, S. Gopalakrishnan, "Theories of organizational structure and innovation adoption: the role of environmental change". *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 15, pp. 1-24, 1998
- [DAVI92] W. H. Davidow, M. S. Malone, "The virtual corporation" New York: Burlingame/Harper Business, 1992
- [DEMI86] W. E. Deming, "Out of the Crisis", Cambridge, Mass: MIT, 1986
- [DESA87] G. DeSanctis, R. B. Gallupe, "A foundation for the study of group decision support systems", *Management Science*, Vol. 33(5), 1987
- [DESA94a] G. DeSanctis, B. M. Jackson, "Coordination of information technology management: team-based structures and computer-based communication systems", *Journal of Management Information Systems*, vol. 10(4), 1994
- [DESA94b] G. DeSanctis, M. S. Poole, "Capturing the Complexity in Advanced Technology Use: Adaptive Structuration Theory", *Organization Science*. Vol. 5(2), 1994
- [DESA99] G. DeSanctis, P. Monge 1999, "Communication processes for virtual organizations", *Organization Science*, Vol 10(6), 1999
- [DIP09] <http://www.omwg.org/tools/dip/m30/index.html>, [consultado 3 may 2009], 2009
- [DOME09] <http://dome.sourceforge.net/>, [consultado 3 may 2009], 2009

- [DUQU06] N. Duque, J. Chavarro, R. Moreno, "Evolución de los lenguajes utilizados en la construcción de la web semántica", *Scientia et Technica* vol(32), 2006
- [ELLI91] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, G. L. Rein 1991, "Groupware: Some issues and experiences", *Communications of the ACM*, vol. 34(1), 1991
- [EHN93] P. Ehn, "Scandinavian design: On participation and skill", en D. Schuler, A. Namioka (eds.), "Participatory design", Erlbaum, 1993
- [EMER90] J. Emery, "Sistemas de información para la dirección", Díaz de Santos, 1990
- [ERIK00] H. Eriksson et al, "Business Modelling with UML", John Wiley & Sons, 2000
- [ERL04] T. Erl, "Service-oriented architecture: a field guide to integrating XML and Web services", Prentice Hall, 2004
- [ERL05] T. Erl, "Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design". Prentice Hall, 2005
- [EURO04] "The 'European Interoperability Framework for pan-European eGovernment Services", Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities online: <http://europa.eu.int/idabc/en/document/3761>, [consultado 3 may 2009], 2004
- [EURO07] eBusiness Watch, "The European e-Business Report 2006/07", online: <http://www.ebusiness-watch.org/resources/documents/EBR06.pdf>, [consultado 3 may 2009], 2007
- [EUZE01] J. Euzenat, "Towards a principled approach to semantic interoperability", Workshop on Ontologies and Information Sharing, IJCAI'01, Seattle, USA, 2001
- [EUZE03] J. Euzenat, H. Stuckenschmidt, "The Family of Languages Approach to Semantic Interoperability", Knowledge Transformation for the Semantic Web, 2003
- [FERN07] L. Fernández Sanz, "RENTIC. Estudio de la oferta de empleo en Nuevas Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones", online:http://esp.uem.es/rentic/GestorDocumentosPropios/ficheros/documentoPropio_42.pdf, [consultado 3 may 2009] 2007
- [FISC07] L. Fischer (ed) "BPM and Workflow Handbook", Ed. Future Strategies Inc., 2007
- [FITZ98] G. Fitzgerald, "Evaluating Information Systems Projects: A Multidimensional Approach", *Journal of Information Technology* vol. 13, 1998
- [FOST87] R. FOSTER, "Innovación. La estrategia del triunfo", Folio, 1987
- [FOST96] I. Foster, J. Geisler, W. Nickless, W. Smith, S. Tuecke, "Software infrastructure for the I-WAY high performance distributed computing

experiment", Proc. 5th IEEE Symposium on High Performance Distributed Computing, 1996

[FOST97] I. Foster, C. Kesselman, "Globus: A metacomputing infrastructure toolkit", International Journal of Supercomputer Applications, vol. 11(2), 1997

[FOST01] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke, "The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations", International Journal of Supercomputer Applications and High Performance Computing, 2001

[FOST02a] I. Foster, C. Kesselman, J. Nick, S. Tuecke, "The physiology of the Grid" en F. Berman, G. Fox, T. Hey "Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality", John Wiley & Sons, 2002

[FOST02b] I. Foster, C. Kesselman, J. Nick, S. Tuecke, "Grid Services for Distributed System Integration", IEEE Computer Junio 2002 vol. 35(6), 2002

[FOST04a] I. Foster, C. Kesselman, "Concepts and architecture" en I. Foster, C. Kesselman, editors, "The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure", 2ª ed, Morgan Kaufmann, 2004

[FOST04b] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke, The Open Grid Services Architecture en I. Foster, C. Kesselman, editors, "The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure", 2ª ed, Morgan Kaufmann, 2004

[FOWL96] M. Fowler, "Analysis Patterns: Reusable Object Models", Addison-Wesley, 1996

[GALB95] J. R. Galbraith, "Designing organizations", Jossey-Bass, 1995

[GAMM95] E. Gamma, R. Helm, R. Jonson, J. Vlissides, "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software". Addison Wesley, 1995

[GIBB94] W. Gibbs "Software's Chronic Crisis", Scientific American, Sept 1994

[GIDD84] A. Giddens, "The Constitution of Society", Polity Press, 1984

[GILB76] T. Gilb, "Software Metrics", Little Brown and Co, 1976

[GILB81] T. Gilb, "Evolutionary Development", ACM Software Eng. Notes, April, 1981

[GILB85] T. Gilb, "Evolutionary Delivery versus the 'Waterfall Model'", ACM Software Eng. Notes, July 1985.

[GLAI99] K. Glaister, J. Falshaw, "Strategic planning: still going strong?" Long Range Planning vol. 32(1), 1999

[GLAS02] R. L. Glass, "Facts and Fallacies of Software Engineering", Pearson, 2002

[GLOB07] Global Grid Forum, online: <http://www.gridforum.org>, [consultado 17 julio 2007]

- [GLOB09] Globus Alliance, online <http://www.globus.org>, [consultado 13 septiembre 2009]
- [GMT07] GMT Project, online: <http://www.eclipse.org/gmt>, [consultado 17 julio 2007]
- [GOLD02] R. S. Gold, "Enabling the Strategy-focused IT organisation" *Information Systems Control Journal* vol. 4, 2002
- [GOLD07] B. Goldworm, A. Skamarock, "Blade servers and virtualization: transforming enterprise computing while cutting costs", Ed. John Wiley and Sons, 2007
- [GOME03] A. Gómez-Pérez et al, "Survey on Ontology Tools", A survey on ontology tools. *OntoWeb deliverable 1.3*, Universidad Politecnica de Madrid, 2002.
- [GOME03] A. Gómez-Pérez, M. Fernández-López, O. Corcho, "Ontological Engineering" London: Springer-Verlag, 2003
- [GOOD89] E. Goodman, J. Bamford, P. Saynor, "Small Firms and Industrial Districts in Italy", Routledge, 1989
- [GRAN96] R. M. Grant, "Towards a knowledge-based theory of the firm", *Strategic Management Journal* vol. 17, 1996
- [GREA03] A. Greasley, "A simulation of a workflow management system", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 52(5), 2003
- [GREE91] S. Greenberg, "Computer-supported Co-operative Work and Groupware" Academic Press Ltd, 1991
- [GREF00] P. Grefen, K. Aberer, Y. Hoffner, H. Ludwig, "CrossFlow: Cross-Organizational Workflow Management in Dynamic Virtual Enterprises", *International Journal of Computer Systems Science & Engineering*, Vol. 15 (5), 2000
- [GREI88] I. Greif, "Computer-Supported Cooperative Work: A Book of Readings", Morgan Kaufmann, 1988
- [GRIM97] A. Grimshaw et al, "The legion vision of a worldwide virtual computer", *Communications of the ACM* vol. 40(1), 1997
- [GROS03] I. Grossman, "Why so Many IT Projects Fail... and How to Find Success", *Financial Executive*, vol. 19, 2003
- [GRUB93] T. R. Gruber "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing ", *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*. Kluwer Academic Publishers, 1993
- [GRUD94] J. Grudin, "Groupware and social dynamics: Eight challenges for developers", *Communications of the ACM*, Vol. 37(1), 1994

[GRUD97] J. Grudin, S. E. Poltrock, "Computer-Supported Cooperative Work and Groupware" en M. Zelkowitz, "Advances in Computers, vol. 45" Academic Press, 1997

[GRUD02] J. Grudin, J. Pruitt, "Personas, Participatory Design and Product Development: An Infrastructure for Engagement", Proceedings of Participatory Design Conference. Palo Alto, 2002

[GUAR95] N. Guarino, "Formal Ontology, Conceptual Analysis and Knowledge Representation", International Journal of Human and Computer Studies, vol. 43(5-6, 1995

[GUAR98] N. Guarino, "Formal Ontology in Information Systems", Proceedings of FOIS'98, Formal Ontology in Information Systems, Trento, vol. 3, 1998.

[HACK95] J.R. Hackman, R. Wageman, "Total Quality Management: Empirical, conceptual, and practical issues", Administrative Science Quarterly, vol. 40, 1995

[HAGE99] C. Hagen, G. Alonso, "Beyond the Black Box: Event-based Inter-Process Communication in Process Support Systems", International Conference on Distributed Computing Systems, 1999.

[HAMM90] M. Hammer, "Reengineering work: don't automate, obliterate", Harvard Business Review, July/Aug, vol. 104(12), 1990

[HAMM93] M. Hammer, J. Champy, "Reengineering the Corporation: a Manifesto for Business Revolution", London: Nicholas Brealy, 1993

[HAND92] C. B. Handy, "Balancing corporate power: A new federalist paper" Harvard Business Review, 70(6), 1992

[HEIJ96] G. Van Heijst, A. T. Schreiber, B. J. Wielinga, "Using Explicit Ontologies in KBS Development", International Journal of Human and Computer Studies, 1996

[HEND91] J. C. Henderson, N. Venkatraman, "Understanding strategic alignment", Business Quarterly, 55(3), 1991

[HEND93] J. Henderson, N. Venkatraman, "Strategic Alignment: Leveraging Information Technology for Transforming Organization", IBM System Journal, vol. 32(1), 1993

[HERR99] S. Herring, "Interactional coherence in CMC", Journal of Computer-Mediated Communication 4/4. online: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol4/issue4/herring.html>, [consultado 17 julio 2007], 1999

[HERR02] A. Herrán Ortíz, "El derecho a la intimidad en la Nueva Ley Orgánica de Protección de datos personales", Editorial Dykinson, 2002

[HOHP03] G. Hohpe, "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions", Addison-Wesley Professional, 2003

- [HUGH91] J. Hughes, D. Randall, D. Shapiro, "CSCW: Discipline or Paradigm?" en L. Bannon, M. Robinson, & K. Schmidt, "Proc. of the Second European Conference on Computer-Supported Cooperative Work: ECSCW'91", Kluwer, 1991
- [HUMP95] J. Humphrey, H. Scmitz, "Principles for Promoting Clusters & Networks of SMEs", UNIDO Discussion Papers, 1995
- [IEEE 90] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York, NY: 1990.
- [INTR05] IN. TRACK. Regional Evaluation Report: Canaries, online: http://www.intrack.org/index.php?option=com_docman&task=docclick&Itemid=158&bid=2, [consultado 3 may 2009], 2005
- [ISHI85] K. Ishikawa, "What is Total Quality Control? The Japanese Way". Prentice Hall, 1985
- [ISO98] EN ISO 9241-7:1998 "Ergonomics of human-system interaction", 1998
- [ISO00] EN ISO 9000: 2000. "Quality management and quality assurance standards", 2000
- [ITAM92] H. Itami, T. Numagami, "Dynamic interaction between strategy and technology", Strategic Management Journal, vol. 13, 1992
- [IVAN97] J. M. Ivancevich et al. "Gestión, Calidad y Competitividad", McGraw-Hill, 1997
- [JEFF01] R. Jeffries, A. Anderson, C. Hendrickson, "Extreme programming installed", Addison-Wesley, 2001
- [JACC92] L. Jaccheri, J. Larsen, R. Conradi, "Software Process modeling and Evolution in EPOS". En Proc. 4th Int. Conf. on Software Engineering and Knowledge Engineering, Capri, 1992
- [JOER99] G. Joeris, O. Herzog, "Towards Flexible and High-Level Modeling and Enacting of Processes", En Proc. 11th Int. Conf. on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'99), Heidelberg, Germany, 1999
- [JOHA88] R. Johansen, "Groupware. Computer Support for Business Team", The Free Press, 1988
- [JOHN82] P. Johnson-Lenz, T. Johnson Lenz, "Groupware: the process and impacts of design choices" en Kerr, Hiltz "Computer-Mediated Communications Systems", New York, Academic Press, 1982
- [JURA88] J. Juran, "Juran on Planning for Quality", New York: Free Press, 1988

[JURA89] J. Juran, "Juran on Leadership for Quality: An executive handbook", New York: Free Press, 1989.

[KALA99] R. Kalakota, M. Robinson, "e-Business: Roadmap for Success", Addison Wesley, 1999

[KAPL96] R. S. Kaplan, D. P. Norton, "The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action", Boston, MA. : Harvard Business School Press, 1996

[KEEN91] P. Keen, "Shaping the future: Business Design Through Information Technology", Harvard Business School Press, 1991

[KING95] N. King, N. Anderson "Innovation and change in organizations", Routledge, 1995.

[KLEI01] M. Klein, "XML, RDF, and Relatives", IEEE Intelligent Systems 16(2), 2001

[KRAU02] K. Krauter, R. Buyya, M. Maheswaran, "A taxonomy and survey of grid resource management systems for distributed computing" Software Practice and Experience, vol. 32(2), 2002

[KRUC03] P. Kruchten, "The rational unified process: an introduction", Addison-Wesley, 2003

[LARM03] C. Larman , V. R. Basili, "Iterative and Incremental Development: A Brief History", IEEE Computer 36(6), 2003

[LARM04] C. Larman, "Agile and Iterative Development: A Manager's Guide", Addison-Wesley, 2004

[LAUB03] D. Laube, R. F. Zammuto, "Business-Driven Information Technology: Answers to 100 Critical Questions for Every Manager", Stanford University Press, 2003

[LEAR69] E. Learned, C. Christiansen, K. Andrews, W. Guth, "Business Policy, Text and Cases", Homewood Irwin, 1969

[LEHM80] M.M. Lehman, "Programs, Life Cycles and laws of software Evolution", Proc. IEEE Special Issue on Software Engineering, 68, 1980

[LEIB87] H. Leibenstein, "Inside the firm: the inefficiencies of hierarchy", Harvard University Press, 1987

[LEWI47] K. Lewin, "Frontiers in group dynamics; channel of group life; social planning and action research", Human Relations, vol. 1, 1947

[LEWI51] K. Lewin, "Field Theory in Social Science" New York: Harper Row, 1951

[LORE01] J. Lorenzo: "Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones", Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa, vol. 7, nº 2, 2001

- [MACC01] A. MacCormack, "Product-Development Practices That Work", MIT Sloan Management Review, 42(2), 2001
- [MACL97] M. Macleod, R. Bowden, N. Bevan, I. Curson, "The Music Performance Measurement Method", Behaviour and Information Technology, vol. 16, 1997.
- [MART85] J. Martin, "Diagramming Techniques for Analysts and Programmers", Prentice Hall, 1985
- [MART95] J. Martin, J. Odell, "Object-Oriented Methods", Prentice Hall, 1995
- [MART02] R. C. Martin, "Agile Software Development: Principles, Patterns, and Practices", Pearson Education, 2002
- [MATA95] F. Mata, W. Fuerst, J. Barney, "Information Technology and Sustained Competitive Advantage: A Resource-Based Analysis", MIS Quarterly, vol. 19-4, 1995
- [MCGO03] J. McGovern, S. Tyagi, M. Stevens, S. Mathew, "Java Web Services Architecture", Morgan Kaufmann, 2003
- [MCCA80] J. McCarthy, "Circumscription - A form of non-monotonic reasoning", Artificial Intelligence, vol. 13, 1980
- [MCGR84] J. E. McGrath, "Groups: Interaction and Performance", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1984
- [METS04] S. J. Metsker, W. C. Wake, "Design patterns in Java", Addison-Wesley, 2004
- [MILE97] R. E. Miles, C. Snow, J. A. Mathews, G. Miles, H. J. Coleman, "Organizing in the knowledge age: Anticipating the cellular form". Academy of Management Executive, 11, 1997
- [MILL01] J. Miller, J. Mukerji "Model Driven Architecture, MDA", OMG document number ormsc/2001-07-01, Object Management Group, online: <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?omg/03-06-01>, [consultado 17 julio 2007], 2001
- [MILL08] M. Miller, "Cloud Computing: Web-Based Applications That Change the Way You Work and Collaborate Online", Ed. Que, 2008
- [MINT83] H. Mintzberg, Power in and around Organizations, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1983
- [MYER92] B. A. Myers, M. B. Rosson, "Survey on user interface programming", Conference Human factors in computing systems. SIGCHI - ACM, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, 1992
- [MORG86] G. Morgan, "Images of Organizations", Sage, 1986

[MORT91] S. Morton, S. Michael, "The Corporation of the 1990s: Information Technology and Organisational Transformation", Oxford University Press, 1991

[MUNK03] B. E. Munkvold, "Implementing collaboration technologies in industry: case examples and lessons learned", Springer-Verlag, 2003

[NACH02] F. Nachira, "Towards a Network of Digital Business Ecosystems Fostering the Local Development", Bruxelles, Discussion paper
http://ec.europa.eu/information_society/topics/ebusiness/godigital/sme_research/doc/dbe_discussionpaper.pdf, 2002

[NADL95] D. A. Nadler, M. L. Tushman, "The Challenge of Discontinuous Change," en D. A. Nadler, R. B. Shaw, A. E. Walton (eds), "Discontinuous Change: Leading Organizational Transformation", Jossey-Bass, 1995

[NAVD95] K. Navdi, "Industrial Clusters and Networks: Case Studies of SME Growth and Innovation", UNIDO Discussion Paper, 1995

[NETC07] Web Server Survey, online: http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html, 2007

[NONA94] I. Nonaka, "Dynamic theory of organisational knowledge creation", Organizational Sciences, vol. 5(1), 1994

[NONA95] I. Nonaka, H. Takeuchi, "The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies create the dynamics of innovation", Oxford University Press, 1995

[NORM09] <http://www.normalizado.org>

[OASI09] ASAP: Asynchronous Service Access Protocol, en http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=asap [consultado 8 mayo 2009]

[OBJE06] Object Management Group, "Common Object Request Broker Architecture" online: <http://www.omg.org/docs/ptc/06-05-01.pdf>, [consultado 17 julio 2007], 2006

[OBSE02] Observatory Reports, "SMEs in Europe", online: http://www.eim.nl/Observatory_7_and_8/en/reports/2001/pdf/smes_2002_rep2_en.pdf, [consultado 3 may 2009], 2002

[OECD05]. OECD. Organisation for economic Cooperation and Development. SME and Entrepreneurship Outlook. OECD Publishing. 2005

[OECD07a] OECD. Organisation for economic Cooperation and Development. Economic survey of Spain 2007

[OECD07b] OECD. Organisation for economic Cooperation and Development. OECD science, technology and industry scoreboard 2007

- [OECD07c]. OECD. Organisation for economic Cooperation and Development. Staying competitive in the global economy. OECD Publishing. 2005
- [OMG06a] OMG, "Business Process Modeling Notation Specification", online: <http://www.bpmn.org>, [consultado 17 julio 2007], 2006
- [OMG06b] OMG, "Business Process Definition Metamodel: Request for proposal", online: <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?bei/03-01-06>, [consultado 17 julio 2007], 2006
- [OMG06c] OMG, "Semantics of Business Vocabulary and Business Rules Specification", online: <http://www.omg.org/docs/dtc/06-03-02.pdf>, [consultado 17 julio 2007], 2006
- [OGSI03] "OGSI Specification V1. 0: Proposed Recommendation", online: <https://forge.gridforum.org/sf/go/doc7888?nav=1>, [consultado 17 julio 2007], 2003
- [ORLI92] W. J. Orlikowski, "Learning from Notes: Organizational Issues in Groupware Implementation", *The Information Society*, vol. 9(3), 1992
- [OWEN03] M. Owen, J. Raj, "BPMN and Business Process Management", Popkin Software, 2003
- [PAPA03] M. Papazoglou, "Service-oriented computing: concepts, characteristics and directions" *Web Information Systems Engineering WISE 2003. Proceedings*, 2003
- [PEDL91] M. Pedler, J. Burgoyne, T. Boydell, "The Learning Company: a strategy for sustainable development" McGraw-Hill, 1991
- [PEIR90] J.M.Peiró, "Organizaciones: Nuevas perspectivas psicológicas", Barcelona PPU, 1990.
- [PELT03] C. Peltz, "Web Services Orchestration", *Computer*, Vol. 36(10), 2003
- [PEPP95] J. Peppard, I. Preece, "The content, context and process of business process re-engineering". en G. Burke, J. Peppard, "Examining Business Process Re-engineering", London: Kogan Page, 1995
- [PERI91] C. Perin, "Electronic Social Fields in Bureaucracies", *Communications of the ACM* 34-12, 1991
- [PETT91] A. Pettigrew, R. Whipp, "Managing Change for Competitive Success" Oxford: Blackwel, 1991
- [PIRE02] P. F. Pires, M. R. F. Benevides, M. Mattoso, "Building Reliable Web Services" *Proc. Web, Web Services and Database Systems*, 2002
- [PORR92] J. Porras, P. Robertson, "Organisation development". en M. Dunnette and L. Hough "Handbook of Industrial and Organisational Psychology", Consulting Psychologists Press, 1992

- [PORT85] M. Porter "Competitive Advantage", Free Press, 1985
- [PORT01] M. Porter, "Strategy and the Internet" Harvard Business Review, 2001
- [PRAH02] C. K. Prahalad, M. S. Krishnan, "The dynamic synchronization of strategy and information technology", Sloan Management Review, vol. 43(4), 2002
- [PREE90] D. Preedy, "The Theory and Practical Use of Executive Information Systems". International Journal of Information Management, vol. 10, 1990
- [PYKE90] F. Pyke, G. Beccattini, W. Sengenberger, "Industrial Districts and Inter-firm Co-operation in Italy", International Institute for Labour Studies, Geneva, 1990
- [PYKE92] F. Pyke, "Industrial development through small-firm cooperation, theory and practice", Ed. OIT, 1992
- [RAYM98] E. S. Raymond, "The Cathedral and the Bazaar", First Monday, Vol. 3(3). online: <http://firstmonday.org> [consultado 17 julio 2007], 1998
- [REDM97] F. E. Redmond, "DCOM: Microsoft Distributed Component Object Model", IDG Books Worldwide, 1997
- [REHM00] A. Rehman, "Holiday 000 E-commerce: Avoiding \$1 Billion" en "Silent Losses", Ed. Creative Good, 2000
- [REIC00] B. H. Reich, I. Benbasat, "Factors that Influence the Social Dimension of Alignment Between Business and Information Technology Objectives", MIS Quarterly 24(1), 2000
- [REIN02] P. J. Reinares-Lara, J. M. Ponzoa-Casado, "Marketing relacional: un enfoque para la seducción y fidelización del cliente", Prentice Hall, 2002.
- [ROUR02] D. Roure, M. Baker, N. Jennings, N. Shadbolt, "The evolution of the Grid", en F. Berman, G. Fox, T. Hey "Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality", John Wiley & Sons, 2002
- [SAUE97] C. Sauer, P. Yetton, "Steps to the Future. Fresh Thinking on the Management of IT-based Organisational Transformation", Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1997
- [SCAC02] W. Scacchi, "Understanding the Requirements for Developing Open Source Software Systems", IEEE Proceedings Software, Vol. 149(1), 2002
- [SCHM06] D. C. Schmidh, "Model-Driven Engineering", Guest Editor's Introduction, IEEE, 2006

- [SEAC03] R. C. Seacord, D. Plakosh, G. A. Lewis "Modernizing Legacy Systems: Software Technologies, Engineering Processes, and Business Practices", Addison-Wesley, 2003. ISBN 0321118847
- [SEAR85] J.R. Searle, D. Vanderveken, "The Foundations of Illocutionary Logic", Cambridge University Press, 1985.
- [SEID03] E. Seidewitz, "What models mean", IEEE Software, 2003
- [SENG90] P. Senge, "The Fifth Discipline: the art and practice of the learning organisation", Doubleday/Century Business, 1990
- [SETI07] "SETI@Home" online: <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>, [consultado 17 julio 2007], 2007
- [SHAL01] A. Shalloway, J. Trott, "Design patterns explained: a new perspective on object-oriented design", Addison-Wesley, 2001
- [SHAR01] R. Sharp, P. McDermott, "Workflow Modeling, Artech House Publishers", 2001
- [SHOR76] J. Short, E. Williams, B. Christie, "The social psychology of telecommunications", John Wiley and Sons, 1976
- [SMIT02] H. Smith, D. Neal, L. Ferrara, F. Hayden, "The Emergence of Business Process Management", CSC's Research Services, 2002
- [STALL07] R. Stallman "Licencia Pública General de GNU (GPL)", online: <http://www.gnu.org/licenses/gpl.txt> [consultado 17 julio 2007], 2007
- [STAP03] J. Stapleton, DSDM Consortium, "DSDM: business focused development", Pearson Education, 2003
- [STRA85] A. Strauss, "Work and the Division of Labor", The Sociological Quarterly, 26(1), 1-19, 1985
- [SUNM03] Sun Microsystems Report, "Measuring Success in E-Learning: The Academic Perspective", online: http://www.sun.com/products-n-solutions/edu/whitepapers/pdf/measuring_success.pdf, [consultado 17 julio 2007], 2003
- [SUNM06] Sun microsystems, "Java Remote Method Invocation - Distributed Computing for Java", online: <http://java.sun.com/javase/technologies/core/basic/rmi/whitepaper/index.jsp>, [consultado 17 julio 2007], 2006
- [SWEE00] A. Sweeney, D. Bustard, "Strategic Alignment of Information Technology, Information Systems and Organisational Change: Practice and Performance", FEAST 2000 International Workshop, 2000
- [TALL03] P. Tallon, K. L. Kraemer, "Using flexibility to enhance the alignment between information systems and business strategy: Implications for IT business value", Center for Research on Information Technology and Organizations (CRITO), University of California, Irvine.

online: http://misc.umn.edu/workshops/2003/spring/Tallon_042503.pdf [ultimo acceso 17 julio 2007], 2003

[TIDW01] D. Tidwell, "XSLT", Ed. O'Reilly, 2001

[THOM01] M. Thomas, S. Mock, M. Dahan, K. Mueller, D. Sutton, J. R. Boisseau, "The GridPort toolkit: a system for building Grid portals" Proc. 10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing, 2001

[VITT03] "Business Intelligence: Técnicas de análisis para la toma de decisiones estratégicas" E. Vitt, M. Luckevich, S. Misner, O. Gallardo. McGraw-Hill, 2003. ISBN 8448139208

[VLIS02] E. van der Vlist, "XML Schema", O'Reilly, 2002

[VOLB98] H. W. volberda, "Building Flexible Firm: How to Remain Competitive", Oxford University Press, 1998

[WWWC04] World Wide Web Consortium. XML Schema Working Group, "XML Schema. W3C Recommendation", <http://www.w3.org/XML/Schema>, 2004

[WALL99] P. Wallace, P. "Group dynamics in cyberspace", The psychology of the Internet, Cambridge University Press, 1999

[WALT96] J. B. Walther, "Computer-mediated communication: Impersonal, interpersonal, and hyperpersonal interaction", Communication Research, Vol 23(1), 1996

[WATE80] R. H. Waterman Jr, T. J. Peters, J. R. Philips, "Structure is not organisation" Business Horizons, June. Foundation for the School of Business, Indiana University, 1980

[WEIL98] P. Weill, M. Broadbent, "Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology", Harvard Business School Press, 1998

[WEIL02] P. Weill, M. Subramani, M. Broadbent, "Building IT infrastructure for strategic agility", Sloan Management Review, vol. 44(1), 1992

[WEIL03] P. Weill, M. Broadbent, "Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology", Boston, MA: Harvard Business School Press, 2003

[WEIS76] M. Weisbord, "Organisational diagnosis: six places to look with or without a theory", Group and Organisational Studies, vol. 1, 1976

[WHIT99] B. Whitaker, "What went Wrong? Unsuccessful Information Technology Projects", Information Management & Computer Security, vol. 7, 1999

- [WORK02] Workflow Management Coalition, "Workflow Process Definition Interface- XML Process Definition Language", on line: http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-1025_10_xpdl_102502.pdf, [consultado el 17 de julio de 2007], 2002
- [WSMO09] <http://www.w3.org/Submission/WSMO/> consultado el 3 de julio de 2009], 2009
- [XUHU04] M. Xu, Z. Hu, W. Long, W. Liu, "Service Virtualization: Infrastructure and Applications" en I. Foster, C. Kesselman, editors, "The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure", 2ª ed, Morgan Kaufmann, 2004
- [YOUN03], S. Young, "Why IT Projects Fail", ComputerWorld, vol. 37, 2003
- [ZACK95] M. Zack, "Managing Codified Knowledge", Sloan Management Review vol. 40(4), 1995
- [ZAND74] D. Zand, "Collateral organisations: a new change strategy". Journal of Applied Behavioural Science vol. 10, 1974