UNIVERSITAT JAUME•I

TESIS DOCTORAL

Propuesta para el Modelado del Conocimiento Empresarial

Doctorando: Reyes Grangel Seguer
Director: Dr. Ricardo Chalmeta Rosaleñ

Programa de Doctorado Sistemas Informáticos Avanzados
Castelló, 27 de Julio de 2007

El trabajo presentado en esta Tesis Doctoral ha sido llevado a cabo parcialmente en dos estancias de investigación financiadas por la NoE, 'Interoperability Research for Networked Enterprises Applications and Software' (INTEROP) (IST-2003-508011), la primera en el European Software Institute (ESI) de Bilbao y la segunda en Ecole Centrale de Lille (ECL) de Lille. Y también desarrollado en el marco del Proyecto financiado por la 'Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología' (CICYT), 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales' (DPI2003-02515), llevado a cabo por el Grupo de Investigación 'Integración y Re-Ingeniería de Sistemas' (IRIS) de la Universitat Jaume I de Castelló.

Per a la meua familia
Feli, Manolo i Jose
per fer de mi el que sóc ...

... i per a Juanjo
et vull

Agradecimientos

En esta tesis hay muchas personas que han puesto su granito de arena, y por ello me gustaría dar las gracias a toda mi familia, compañeros de trabajo y amigos por su apoyo y comprensión a lo largo de su realización. En especial, a todos mis profesores que con sus enseñanzas me han hecho llegar hasta aquí, y a mi director de tesis, Ricardo Chalmeta Rosaleñ, por haberme animado a investigar al finalizar mis estudios, y hacer posible esta tesis con sus reflexiones y consejos en el marco estable de un Proyecto CICYT y la NoE INTEROP.

INTEROP me ha dado la posibilidad de trabajar junto a los profesores Guy Doumeingts y Arne J. Berre, a los que me gustaría agradecer su apoyo y enseñanzas. La participación en INTEROP no hubiera sido posible sin la ayuda del grupo de investigación del CIGIP de la Universidad Politécnica de Valencia, gracias a su Director el profesor Francisco Cruz Lario Estebán, en especial a Raúl Poler Escoto, y al resto de compañeros con los que compartí esta experiencia tan positiva, Ruth, Víctor, Josevi, Mª José, Ángel, Miguel Ángel, Raquel ...

La primera estancia de investigación financiada por INTEROP y realizada en el ESI, me hizo participar en el proyecto europeo ATHENA, dando lugar a la idea inicial de este trabajo. Fueron meses de leer y aprender mucho, y por ello me gustaría dar las gracias a todo el equipo del ESI por la gran cantidad de conocimiento que fueron capaces de transmitirme y las productivas discusiones que tuvimos en esa época. Especialmente, a Sergio Bandinelli y a Stefan Schuster por la confianza depositada en mí, y al resto de compañeros que me ayudaron a pasar unos buenos meses en Bilbao, Iñaki, Mikel, Gorka, Izaskun, Xabi, Cristina, Iratxe, Alberto, Carolina, Aitor, Alayn ... Durante la segunda en ECL la idea inicial se convirtió en realidad. Tengo que agradecer a Jean-Pierre Bourey la posibilidad que me ofreció su laboratorio de realizar una estancia en el extranjero y las interesantes discusiones que llevaron a la concreción de muchas de las ideas de esta tesis, así como a Michel Bigand y Monique Bourey el hacerme sentir como en casa.

Quiero dar las gracias también a Javier y Mark, del 'Servei de Llengües' de la UJI por las correcciones en el inglés, y al Director del Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Pablo Aibar Ausina, por las facilidades administrativas en la realización y presentación de este trabajo, así como al resto de compañeros de la universidad que me han prestado su apoyo, Pilar, Cristina, Inma, Amparo, Irene, Lola, David, Òscar, Nacho, Ángel, Belén, Merche, Maribel ... A los integrantes del Grupo IRIS, especialmente a Víctor Fernández Pallarés con el que compartí investigación en el Proyecto CICYT, y a María Blasco Roca, por la realización de su proyecto final de carrera sobre el resultado de esta tesis.

Inestimable ha sido el apoyo de mis compañeros en la docencia durante este período, Vicente Verde Peleato, y en especial el de Cristina Campos Sancho en el día a día de la docencia y la investigación llevada a cabo en INTEROP (incluidos viajes de avión). Y mi hermano Jose Vicente Grangel Seguer por el diseño de la portada y su ayuda con los ejemplos de auditoría.

Moltes gràcies a tots!!

Resumen

El **modelado empresarial** se define como el arte de externalizar el conocimiento empresarial, que añade valor a la empresa o necesita ser compartido. Este tipo de modelado ha sido utilizado con éxito desde su aparición en los años 80 en muchos ámbitos y con diferentes propósitos, entre ellos la re-ingeniería de procesos o la implantación de sistemas informáticos. Su constante evolución ha dado como resultado un contexto en el que existen numerosos lenguajes, metodologías y herramientas de modelado empresarial disponibles y útiles para su propósito, incluso para el modelado de empresas virtuales. Estos lenguajes y metodologías permiten modelar la mayoría de las dimensiones de la empresa (proceso, producto, organización, decisión, etc.) y cubren diferentes fases de su desarrollo (inicialización y definición de objetivos, definición de requisitos, diseño, etc.). Además, proporcionan modelos que pueden ser integrados, permitiendo obtener diferentes vistas de la empresa desde varios puntos de vista y niveles estratégicos. Por tanto, se puede afirmar que actualmente el modelado empresarial permite a las empresas obtener una visión completa de su negocio con diferentes propósitos.

Sin embargo, existen todavía problemas sin resolver en el ámbito del modelado empresarial. La gran cantidad de lenguajes y herramientas de modelado empresarial existentes, provoca falta de **interoperabilidad** entre ellos, de manera que es difícil el intercambio entre empresas de modelos empresariales realizados con diferentes lenguajes o herramientas. Unido a esto, la **problemática de obtener software empresarial a partir de estos modelos**, así como en el mantenimiento de los propios modelos, dificulta la utilización de los mismos como una herramienta útil en la gestión del conocimiento y mejora continua de las empresas. Algunas iniciativas internacionales intentan paliar el problema de la interoperabilidad a nivel horizontal, como **UEML**, **ATHENA** o **INTEROP**, definiendo formatos que facilitan el intercambio de modelos empresariales realizados con diferentes lenguajes o herramientas. Por otro lado, en el contexto **MDE** (Model Driven Engineering), enfoques como el **MDA** (Model Driven Architecture) definido por el OMG intentan definir un marco adecuado para la generación de software a partir de modelos empresariales. Pero la cuestión clave sigue siendo como hacer que el modelado empresarial se convierta en el verdadero motor de la gestión del conocimiento empresarial. Para ello, el modelado de la empresa debe cubrir el conocimiento empresarial tanto como una dimensión en sí misma como haciendo que el resto de las dimensiones modeladas en la empresa aporten el conocimiento que la organización necesita en cada momento. Así, el **modelado del conocimiento empresarial** debe convertirse en un medio eficaz para representar el conocimiento que las empresas poseen con el objetivo de procesarlo y utilizarlo allí y cuando sea necesario.

En este contexto se sitúa el trabajo de investigación de esta tesis, la cual se ha desarrollado a partir de la **Metodología KM-IRIS** para la implantación de un sistema de gestión del conocimiento, utilizando los requisitos obtenidos en las fases I y II de la Metodología y con la finalidad de soportar su fase III de representación del conocimiento. Por tanto, la principal aportación de la tesis es una propuesta para el modelado del conocimiento empresarial denominada, **Propuesta MDK** (Model Driven Knowledge).

La Propuesta MDK incluye los **metamodelos** y **perfiles de UML2** implementados para la representación del conocimiento empresarial y una guía de ayuda a las empresas en la elaboración de su mapa de conocimiento empresarial. Como principal fuente para desarrollar los metamodelos se han tenido en cuenta los requisitos y metamodelos definidos en los Proyectos Europeos **INTEROP** y **ATHENA**, así como los lenguajes de modelado empresarial unificados definidos a partir de ellos, **UEML** y **POP*** respectivamente, con el fin de favorecer el intercambio de modelos entre empresas que utilizan distintas herramientas de modelado. El objetivo ha sido adaptar y extender los resultados de ambos proyectos al ámbito de los sistemas de gestión del conocimiento. Por otra parte, la propuesta se enmarca dentro de un enfoque **MDA**, modelando el conocimiento empresarial a nivel CIM, con la finalidad de que los modelos obtenidos puedan luego ser más fácilmente mantenidos y transformados a nivel PIM y PSMs. La propuesta de modelado no ha consistido en definir un nuevo lenguaje de modelado, sino que se ha utilizado **UML2** y su nueva definición de los perfiles, para extender este lenguaje de modelado al dominio del conocimiento empresarial. Los diversos metamodelos definidos para recoger los requisitos de conocimiento antes mencionados y los perfiles de UML2 que implementan estos metamodelos pueden ser utilizados para **representar el conocimiento empresarial según la Metodología KM-IRIS**. Además, la propuesta permite llevar a cabo el modelado empresarial del resto de dimensiones empresariales tradicionalmente definidas, puesto que éstas coinciden con la representación detallada que puede hacerse de los bloques conceptuales de conocimiento predefinidos en esta Metodología. La aplicación de los perfiles para la representación del conocimiento tiene como resultado un conjunto de diagramas que forman los modelos situados en los dos niveles de abstracción, CIM-Knowledge y CIM-Business, definidos en la Propuesta MDK, los cuales constituyen el **mapa de conocimiento empresarial**.

Abstract

Enterprise modelling is defined as the art of externalising enterprise knowledge, which adds value to the enterprise or needs to be shared. Since this type of modelling appeared in the 80s, it has been successfully used in many fields and for different purposes, including process re-engineering or the implementation of computer systems. Its being in a state of permanent evolution has led to a context in which there are many enterprise modelling languages, methodologies and tools available for achieving its aims, including the modelling of virtual enterprises. These languages and methodologies make it possible to model most of the dimensions of the enterprise (process, product, organisation, decision, etc.) and cover different phases of their development (initialisation and definition of objectives, definition of requirements, design, etc.). Furthermore, they provide models that can be integrated, thus allowing different views of the enterprise to be obtained from a number of perspectives and strategic levels. Therefore, it can be said that enterprise modelling today enables companies to gain a complete overview of their business for different purposes.

Yet, there are still a number of problems to be overcome in the context of enterprise modelling. The profusion of enterprise modelling languages and tools that currently exist has led to a lack of **interoperability** among them and companies therefore find it difficult to exchange enterprise models created with different languages or tools. In addition, the **problems** that arise when attempting **to obtain enterprise software from these models**, together with those involved in maintaining the models themselves, make it difficult to exploit them as a useful tool for knowledge management and continuous improvement in enterprises. Some international initiatives, such as **UEML**, **ATHENA** or **INTEROP**, attempt to reduce the problem of interoperability on a horizontal level by defining formats that facilitate the exchange of enterprise models produced using different languages or tools. Moreover, within the **MDE** (Model Driven Engineering) context, approaches such as **MDA** (Model Driven Architecture) defined by the OMG endeavour to define a suitable framework for generating software from enterprise models. But the key issue is still how to turn the enterprise models into the real driving force behind enterprise knowledge management. To do so, the enterprise modelling must cover the enterprise knowledge both as a dimension in itself and also by making the other dimensions that have been modelled in the enterprise provide the knowledge needed by the organisation at a given time. Thus, **enterprise knowledge modelling** must become an efficient means of representing the knowledge that enterprises possess so that it can be processed and used wherever and whenever it is needed.

This is the framework sustaining the research developed in this thesis, which has been developed from the **KM-IRIS Methodology** for implementing a knowledge management system using the requirements obtained in phases I and II of the Methodology and aims to support its phase III of knowledge representation. Hence, the main contribution of the thesis is a proposal for enterprise knowledge modelling called the **MDK** (Model Driven Knowledge) **Proposal**.

The MDK Proposal includes **UML2 metamodels** and **profiles** implemented for representing enterprise knowledge and a set of guidelines to help enterprises draw up their enterprise knowledge map. The main source of information taken into account in the development of the metamodels were the requirements and metamodels defined in the European Projects **INTEROP** and **ATHENA**, as well as the unified enterprise modelling languages defined from them, i.e. **UEML** and **POP*** respectively. The aim of this was to favour the exchange of models among enterprises that use different modelling tools. The objective was to adapt and extend the findings of the two projects to the area of knowledge management systems. Furthermore, the proposal can also be included within a **MDA** approach, since it models enterprise knowledge at the CIM level so that it will later be easier to maintain and transform the models thus obtained at PIM and PSM levels. The modelling proposal has not consisted in defining a new modelling language - instead **UML2** and its newly defined profiles have been used in order to extend this modelling language to the domain of enterprise modelling. The different metamodels that were defined to capture the above mentioned knowledge requirements and the UML2 profiles that implement these metamodels can be used **to represent enterprise knowledge in accordance with the KM-IRIS Methodology**. Furthermore, the proposal makes it possible to perform the enterprise modelling of the remaining traditionally defined enterprise dimensions, since they coincide with the detailed representation that can be produced from the conceptual blocks of knowledge that are predefined in this Methodology. Applying the profiles for representing knowledge results in a set of diagrams that together make up the models situated on the two levels of abstraction (CIM-Knowledge and CIM-Business) defined in the MDK Proposal and which constitute the **map of enterprise knowledge**.

Índice general

1. Introducción **1**

1.1. Origen y motivación de la tesis 1

1.2. Enfoque para la resolución del problema 3

1.3. Metodología de trabajo 5

1.4. Objetivos y resultados 6

1.5. Estructura de la tesis 8

2. Estado del arte: Modelado del conocimiento empresarial **9**

2.1. Conceptos fundamentales 11

2.2. Motivación y utilidad 16

2.3. Caracterización 21

2.4. Estado del arte en modelado empresarial 27

2.4.1. Estándares 28

2.4.1.1. Estándares ISO 30

2.4.1.2. Estándares europeos 36

2.4.1.3. Estándares ISO y europeos 39

2.4.1.4. Iniciativas industriales y estándares de facto 40

2.4.2. Arquitecturas de referencia 43

2.4.2.1. CIMOSA (CIM Open System Architecture) 44
2.4.2.2. GRAI (Graphs with Results and Actions Inter-related) 46
2.4.2.3. PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture) . . 47
2.4.2.4. ARIS (ARchitecture of integrated Information Systems) 49
2.4.2.5. MISSION-IEM 51
2.4.2.6. AKM (Active Knowledge Modeling) 53
2.4.2.7. ArchiMate 55
2.4.2.8. ARDIN (Arquitectura de Referencia para el Desarrollo INtegrado de la empresa) 58
2.4.2.9. Comparación de las arquitecturas de referencia 60
2.4.3. Marcos generales 62
2.4.3.1. Zachman Framework 62
2.4.3.2. DoDAF 63
2.4.3.3. TOGAF 64
2.4.4. Metodologías 65
2.4.5. Lenguajes 65
2.4.5.1. Lenguajes de modelado empresarial tradicional 66
2.4.5.2. Lenguajes definidos para el intercambio 69
2.4.5.3. Lenguajes basados en XML o UML 70
2.4.6. Proyectos relacionados con el modelado empresarial 71
2.4.6.1. UEML 71
2.4.6.2. IDEAS 76
2.4.6.3. ATHENA 80
2.4.6.4. INTEROP 83

2.4.7. Metamodelos 87
2.4.7.1. Metamodelo ODP 88
2.4.7.2. Metamodelo UEML 89
2.4.7.3. Metamodelo POP* 96
2.4.7.4. Comparación de metamodelos 103
2.5. Estado del arte en modelado del conocimiento 110
2.5.1. Modelado del conocimiento 110
2.5.2. Ontologías empresariales 113
2.5.2.1. TOronto Virtual Enterprise (TOVE) 115
2.5.2.2. Process Specification Language (PSL) 116
2.5.2.3. Edinburgh Enterprise Ontology (EO) 118
2.5.3. Representación del conocimiento 119
2.5.3.1. Técnicas para la representación del conocimiento . . . 119
2.5.3.2. Lenguajes para la representación del conocimiento . . 120
2.6. Conclusiones sobre el modelado del conocimiento empresarial 123
2.6.1. Problemática del modelado empresarial 123
2.6.1.1. Estándares 123
2.6.1.2. Arquitecturas y marcos 123
2.6.1.3. Lenguajes 124
2.6.1.4. Proyecto UEML 125
2.6.1.5. Proyecto IDEAS 127
2.6.1.6. Proyecto ATHENA 128
2.6.1.7. Proyecto INTEROP 129
2.6.1.8. Metamodelos 131

2.6.2. Perspectiva del modelado del conocimiento 133

2.6.3. El modelado del conocimiento empresarial en el ámbito de las empresas virtuales 134

3. Estado del arte: UML como lenguaje de modelado empresarial 137

3.1. Marco de modelado definido por el OMG 139

3.1.1. Model Driven Architecture (MDA) 141

3.1.1.1. Componentes de MDA 143

3.1.1.2. Beneficios de MDA 145

3.1.1.3. Caracterización del nivel CIM 147

3.1.1.4. Transformaciones entre modelos en MDA 150

3.1.2. Meta Object Facilities (MOF) 156

3.1.2.1. Arquitectura conceptual 158

3.1.2.2. Constructores de metamodelado 162

3.2. UML2 164

3.2.1. Constructores básicos 167

3.2.2. Diagramas 168

3.2.3. Perfiles en UML2 170

3.3. Modelado empresarial en el marco del OMG 175

3.3.1. Iniciativas CIM en el OMG 175

3.3.1.1. Business Motivation Model (BMM) 177

3.3.1.2. Business Process Modeling Notation (BPMN) 178

3.3.1.3. Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR) 178

3.3.1.4. Workflow Management Facility 178

3.3.2. UML como lenguaje de modelado empresarial 179
3.3.2.1. Enfoque Marshall 179
3.3.2.2. Enfoque Eriksson 180
3.3.2.3. Metodología CommonKADS 181
3.3.3. Perfiles de UML para el modelado empresarial 182
3.3.3.1. Perfil de POP* en UML 2.0 182
3.3.3.2. Otros perfiles 186
3.4. Conclusión 187

4. Metodología KM-IRIS para la gestión del conocimiento 189

4.1. Descripción de la Metodología KM-IRIS general 191
4.1.1. Fase I: Identificación 193
4.1.2. Fase II: Extracción 194
4.1.3. Fase III: Representación 195
4.1.4. Fase IV: Procesamiento 196
4.1.5. Fase V: Explotación 197
4.2. Adaptación de la Metodología KM-IRIS general a la empresa 198
4.2.1. Fase I: Identificación 198
4.2.2. Fase II: Extracción 200
4.2.3. Fase III: Representación 202
4.2.4. Fase IV: Procesamiento 204
4.2.5. Fase V: Explotación 206
4.3. Conclusión 208

5. Propuesta MDK: conocimiento empresarial dirigido por modelos 211

5.1. Características de la Propuesta MDK 213
5.1.1. Consideraciones respecto a la Metodología KM-IRIS 213
5.1.2. Aportación a la Metodología KM-IRIS 214
5.1.3. Esquema conceptual de desarrollo 216
5.1.4. Fundamentos 218
5.1.5. Guía de uso 219
5.2. Identificación del conocimiento empresarial 221
5.2.1. Bloques conceptuales de conocimiento 223
5.2.2. Conocimiento objetivo 226
5.2.2.1. Bloque conceptual de conocimiento: ORGANIZACIÓN 227
5.2.2.2. Bloque conceptual de conocimiento: PROCESO 235
5.2.2.3. Bloque conceptual de conocimiento: PRODUCTO . . . 242
5.2.2.4. Bloque conceptual de conocimiento: RECURSO 249
5.2.3. Análisis y categorización del conocimiento objetivo identificado . 253
5.3. Extracción del conocimiento empresarial 256
5.3.1. Identificación de variables de entrada y fuentes de conocimiento 257
5.3.1.1. Bloque conceptual de conocimiento: ORGANIZACIÓN. 259
5.3.1.2. Bloque conceptual de conocimiento: PROCESO. 264
5.3.1.3. Bloque conceptual de conocimiento: PRODUCTO. . . 270
5.3.1.4. Bloque conceptual de conocimiento: RECURSO. . . . 273
5.3.2. Procedimientos de extracción y cálculo 276
5.4. Representación del conocimiento empresarial 280
5.4.1. Marco de modelado según la Propuesta MDK 281
5.4.1.1. Ontología empresarial MDK de soporte 281

5.4.1.2. Jerarquía de modelos propuestos 284
5.4.1.3. Características de la implementación técnica 288
5.4.1.4. Prototipos del Mapa de Conocimiento 292
5.4.2. Modelo de Conocimiento 294
5.4.2.1. Metamodelo de Conocimiento 294
5.4.2.2. 'UML Profile for KM' 301
5.4.2.3. Diagrama de Bloques 305
5.4.2.4. Diagrama Ontológico 309
5.4.2.5. Diagrama de Conocimiento 312
5.4.3. Modelo de Organización 315
5.4.3.1. Metamodelo de Organización 315
5.4.3.2. 'UML Profile for OM' 321
5.4.3.3. Diagrama de Objetivos 328
5.4.3.4. Diagrama de Estructura Organizativa 330
5.4.3.5. Diagrama de Análisis 332
5.4.3.6. Diagrama de Reglas de Negocio 335
5.4.4. Modelo del Sistema 337
5.4.4.1. Modelo de Estructura 337
5.4.4.1.1. Metamodelo de Estructura. 337
5.4.4.1.2. 'UML Profile for SM'. 342
5.4.4.1.3. Diagrama de Productos. 345
5.4.4.1.4. Diagrama de Recursos. 348
5.4.4.2. Modelo de Comportamiento 350
5.4.4.2.1. Metamodelo de Comportamiento. 351

5.4.4.2.2. 'UML Profile for BM'. 355
5.4.4.2.3. Diagrama de Procesos. 357
5.4.4.2.4. Diagrama de Servicios. 359
5.5. Conclusión 362

6. Aplicación de la Propuesta MDK 365

6.1. Objetivos de la aplicación 366
6.2. Descripción de la Fundació Universitat Jaume I-Empresa (FUE-UJI) . 367
6.3. Metodología seguida en la aplicación de la Propuesta MDK 370
6.4. Resultados obtenidos en la aplicación 372
6.4.1. Identificación del conocimiento 372
6.4.2. Extracción del conocimiento 379
6.4.3. Mapa de conocimiento 381
6.4.3.1. Modelo de Conocimiento 381
6.4.3.1.1. Diagrama de Bloques. 382
6.4.3.1.2. Diagrama Ontológico. 386
6.4.3.1.3. Diagrama de Conocimiento. 387
6.4.3.2. Modelo de Organización 389
6.4.3.2.1. Diagrama de Objetivos. 389
6.4.3.2.2. Diagrama de Estructura Organizativa. 390
6.4.3.2.3. Diagrama de Análisis. 391
6.4.3.2.4. Diagrama de Reglas de Negocio. 392
6.4.3.3. Modelo de Estructura 392
6.4.3.3.1. Diagrama de Recursos. 392
6.4.3.4. Modelo de Comportamiento 394

6.4.3.4.1. Diagrama de Procesos. 394

6.4.3.4.2. Diagrama de Servicios. 395

6.5. Conclusión 396

7. Conclusiones **399**

7.1. Resultados obtenidos 401

7.1.1. Modelos de referencia 401

7.1.2. Lenguaje de modelado del conocimiento empresarial 402

7.1.3. Método para el uso de la Propuesta MDK 404

7.2. Discusión de los resultados 405

7.3. Futuras líneas de investigación 408

Índice de figuras

1.1. Problemas relacionados con el modelado empresarial a nivel horizontal y vertical. 2

1.2. Marco de trabajo de la investigación: modelado empresarial/MDA. . . . 5

2.1. La relación compleja entre datos, información y conocimiento. 14

2.2. Mapa para la estandarización en ingeniería e integración empresarial [124]. 31

2.3. GERAM, marco general [104]. 33

2.4. GERAM, marco publicado como ISO 15704 [104]. 34

2.5. Modelo de referencia ODP [48]. 35

2.6. Versión revisada del ENV 40003 [48]. 37

2.7. Constructores del ENV 12204 (solo a modo de ilustración) [48]. 38

2.8. Principios de la arquitectura CIMOSA [201]. 45

2.9. Principios de la arquitectura GRAI [201]. 47

2.10. Principios, modelo y metodología de la arquitectura PERA [205]. . . . 48

2.11. Vistas de la arquitectura ARIS [201]. 50

2.12. Ejemplo de modelo realizado mediante el lenguaje IEM [89]. 52

2.13. Captura de un modelo de negocio desarrollado con la herramienta Metis [50]. 54

2.14. Resumen de los principales conceptos y relaciones de la ArchiMate Language [129]. 56

2.15. ArchiMate Framework [129]. 57

2.16. Las cinco dimensiones de la arquitectura de referencia ARDIN [40]. . . 58

2.17. Las cinco dimensiones de la arquitectura de referencia ARDIN [40]. . . 59

2.18. Zachman Framework [207, 208]. 63

2.19. Vistas según el marco TOGAF [91]. 64

2.20. Visión del Proyecto UEML [197]. 72

2.21. Relación entre los paquetes de trabajo de la red temática IDEAS [100]. 77

2.22. Mapa para las áreas de modelado empresarial, ontologías, y arquitecturas y plataformas [187]. 79

2.23. Organización de los proyectos integrados en el IP ATHENA [13]. 81

2.24. Estructura de la empresa en capas según ATHENA [13]. 82

2.25. Organización del trabajo en la Red de Excelencia INTEROP entre los meses 13 y 36 de la planificación del proyecto [106]. 85

2.26. Modelo de referencia ODP [48]. 89

2.27. Estrategia para la definición de UEML [17]. 90

2.28. Diagrama de clases de UEML 1.0 en UML [16]. 93

2.29. Metodología para la definición de UEML [18]. 94

2.30. UEML Meta-Meta Model versión 2.1 [19]. 95

2.31. Paquetes del metamodelo POP* [151]. 96

2.32. Constructores del 'core' de POP* [151]. 97

2.33. POP* dimensión de proceso [151]. 98

2.34. POP* dimensión de organización [151]. 99

2.35. POP* dimensión de producto [151]. 100

2.36. POP* dimensión de decisión [151]. 101

2.37. POP* dimensión de infraestructura [151]. 102

2.38. 'Ontology Spectrum' [150]. 115

3.1. MDA, caracterización del nivel CIM [53]. 149

3.2. Diversos enfoques para transformar modelos en MDA [156]. 152

3.3. Modelo general para la transformación de modelos [156]. 155

3.4. Uso de los constructores UML 2.0 en MOF 2.0 [161]. 157

3.5. Arquitectura de metadatos MOF [155]. 159

3.6. Arquitectura de metamodelos MOF. 161

3.7. Historia de la evolución de UML. 164

3.8. Esquema de las áreas semánticas de UML 2.1.1 [166]. 166

3.9. Metamodelo de UML 2.1 con los constructores básicos [159]. 167

3.10. Taxonomía de los diagramas de estructura y de comportamiento [166]. . 169

3.11. Esquema del OMG para la definición de lenguajes específicos mediante el uso de perfiles. 171

3.12. Situación de los perfiles en la arquitectura de metamodelos MOF. . . . 172

3.13. Metamodelo de perfiles en UML 2.1.1 [166]. 173

3.14. Iniciativas del BMIDTF del OMG [164]. 176

3.15. Esquema conceptual de la implementación del Perfil UML 2.0 de POP* [89, 151]. 183

4.1. Metodología KM-IRIS general para la gestión del conocimiento en cualquier tipo de organización. 192

4.2. Extracción del conocimiento objetivo para cada uno de los bloques conceptuales de conocimiento. 194

4.3. Metodología KM-IRIS para la gestión del conocimiento en una empresa. 199

4.4. Arquitectura tecnológica de soporte al sistema de gestión del conocimiento. 205

5.1. Situación del trabajo realizado en la tesis en relación con la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa. 215

5.2. Esquema conceptual seguido para la elaboración de la Propuesta MDK. 217

5.3. Guía de uso de la Propuesta MDK: Diagrama de Actividades. 220

5.4. Fase I: Identificación del conocimiento empresarial. 221

5.5. Representación de la red empresarial de conocimiento que forma una empresa virtual. 222

5.6. Conocimiento explícito/tácito versus conocimiento objetivo/conocimiento. 224

5.7. Clasificación ontológica para el bloque ORGANIZACIÓN. 235

5.8. Clasificación ontológica para el bloque PROCESO. 242

5.9. Clasificación ontológica para el bloque PRODUCTO. 246

5.10. Clasificación ontológica para el bloque SERVICIO. 247

5.11. Clasificación ontológica para el bloque RECURSO. 253

5.12. Fase II: Extracción del conocimiento empresarial. 256

5.13. Esquema para el uso de técnicas ETL. 277

5.14. Fase II: Representación del conocimiento empresarial. 280

5.15. Mapa de Conocimiento empresarial a nivel CIM según la Propuesta MDK. 285

5.16. Diagramas disponibles para modelar el Mapa de Conocimiento empresarial según la Propuesta MDK. 286

5.17. Estructura de modelos y diagramas definidos en la Propuesta MDK. . . 288

5.18. Estructura de perfiles definidos en la Propuesta MDK. 290

5.19. 'Diagrama de Bloques' mostrando los bloques conceptuales orientados a la empresa. 293

5.20. 'Diagrama Ontológico' mostrando dos vistas de detalle. 293

5.21. Metamodelo para la representación del conocimiento empresarial. . . . 298

5.22. Herencia en el Metamodelo de Conocimiento. 300

5.23. Diagrama del 'UML Profile for KM'. 301

5.24. Ejemplo de 'Diagrama de Bloques' para el caso de una auditoría. 307

5.25. Ejemplo de 'Diagrama de Bloques' detallado para el caso de una auditoría. 308

5.26. Ejemplo de 'Diagrama Ontológico' para el caso de una auditoría (I). . . 311

5.27. Ejemplo de 'Diagrama Ontológico' para el caso de una auditoría (II). . 313

5.28. Ejemplo de 'Diagrama de Conocimiento' para el conocimiento objetivo 'Documentación de calidad sobre proceso de auditoría'. 314

5.29. Metamodelo para la representación de la organización empresarial. . . . 320

5.30. Diagrama del 'UML Profile for GM'. 321

5.31. Diagrama del 'UML Profile for OSM'. 323

5.32. Diagrama del 'UML Profile for AM'. 325

5.33. Diagrama del 'UML Profile for BRM'. 327

5.34. Ejemplo de 'Diagrama de Objetivos' para el caso de una auditoría. . . . 329

5.35. Ejemplo de 'Diagrama de Estructura Organizativa' para el caso de una auditoría. 331

5.36. Ejemplo de 'Diagrama de Análisis' para el caso de una auditoría. 334

5.37. Ejemplo de 'Diagrama de Reglas de Negocio' para el caso de una auditoría (I). 336

5.38. Ejemplo de 'Diagrama de Reglas de Negocio' para el caso de una auditoría (II). 336

5.39. Metamodelo para la representación de la estructura de la empresa. . . . 341

5.40. Diagrama del 'UML Profile for SM'. 342

5.41. Ejemplo de 'Diagrama de Productos' para el caso del producto cerámico. 347

5.42. Ejemplo de 'Diagrama de Recursos' para el caso de una empresa cerámica. 350

5.43. Metamodelo para la representación del comportamiento de la empresa. 354

5.44. Diagrama del 'UML Profile for BM'. 355

5.45. Ejemplo de 'Diagrama de Procesos' para el proceso de gestión de pedidos. 359

5.46. Ejemplo de 'Diagrama de Servicios' para el caso del servicio de atención de reclamaciones de clientes. 361

6.1. Arquitectura informática en el caso FUE-UJI. 370

6.2. 'Diagrama de Bloques' básico para el caso FUE-UJI. 382

6.3. 'Diagrama de Bloques' detallado para el caso FUE-UJI. 383

6.4. 'Diagrama de Bloques' detallado para el bloque ORGANIZACIÓN en el caso FUE-UJI. 384

6.5. 'Diagrama de Bloques' detallado para el conocimiento objetivo 'Objetivos estratégicos' en el caso FUE-UJI. 385

6.6. 'Diagrama Ontológico' para el bloque ORGANIZACIÓN::Metas en el caso FUE-UJI (I). 386

6.7. 'Diagrama Ontológico' para el bloque ORGANIZACIÓN::Metas en el caso FUE-UJI (II). 387

6.8. 'Diagrama de Conocimiento' para el bloque ORGANIZACIÓN::Metas::Nivel estratégico::Objetivos estratégicos en el caso FUE-UJI. 388

6.9. 'Diagrama de Objetivos' para el caso FUE-UJI. 389

6.10. 'Diagrama de Estructura Organizativa' para el caso FUE-UJI. 390

6.11. 'Diagrama de Análisis' para el caso FUE-UJI. 391

6.12. 'Diagrama de Reglas de Negocio' para el caso FUE-UJI. 392

6.13. 'Diagrama de Recursos' para el caso FUE-UJI. 393

6.14. 'Diagrama de Procesos' para el caso FUE-UJI. 394

6.15. 'Diagrama de Servicios' para el caso FUE-UJI. 395

7.1. Futuras líneas de investigación basadas en la Propuesta MDK. 409

Índice de cuadros

2.1. Consejos para la elaboración de modelos de calidad. 23

2.2. Convenciones para la representación de relaciones entre los elementos de los modelos. 25

2.3. Estándares relacionados con el modelado empresarial. 29

2.4. Estándares relacionados con los lenguajes de modelado empresarial. . . 29

2.5. Arquitectura CIMOSA. 44

2.6. Componentes de la arquitectura CIMOSA. 45

2.7. Arquitectura GRAI. 46

2.8. Componentes de la arquitectura GRAI. 46

2.9. Arquitectura PERA. 48

2.10. Componentes de la arquitectura PERA. 49

2.11. Arquitectura ARIS. 50

2.12. Componentes de la arquitectura ARIS. 51

2.13. Arquitectura MISSION-IEM. 51

2.14. Componentes de la arquitectura MISSION-IEM. 52

2.15. Arquitectura AKM. 53

2.16. Componentes de la arquitectura AKM. 53

2.17. Arquitectura ArchiMate. 55

2.18. Componentes de la arquitectura ArchiMate. 57

2.19. Arquitectura ARDIN. 58

2.20. Componentes de la arquitectura ARDIN. 59

2.21. Comparación de arquitecturas en función del ciclo de vida (niveles de modelado) definido en GERAM [122]. 60

2.22. Comparación de los constructores de los lenguajes de modelado [122]. . 61

2.23. Principales lenguajes de modelado empresarial tradicional. 67

2.24. Principales lenguajes definidos para el intercambio. 69

2.25. Principales lenguajes basados en XML o UML. 70

2.26. Object constructor. 104

2.27. Activity constructor. 105

2.28. Flow constructor. 106

2.29. Interface constructor. 107

2.30. Operator constructor. 108

2.31. Resource constructor. 109

2.32. Dimensiones empresariales: contexto del modelado empresarial y del conocimiento. 132

2.33. Propuesta para el modelado del conocimiento empresarial: problemas y soluciones. 136

3.1. Arquitectura de metamodelos definida por el OMG. 160

3.2. Estado de las últimas versiones de las especificación de la versión de UML 2.1.1. 165

3.3. Trabajos en marcha en el BMIDTF del OMG. 177

3.4. Definición del perfil de POP* en UML 2.0. 185

4.1. Resumen del conocimiento objetivo identificado en cada bloque conceptual de conocimiento predefinido para la empresa. 200

4.2. Fase I: Identificación del conocimiento. 200

4.3. Ejemplo de las guías propuestas en las fases I y II de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa. 201

4.4. Fase II: Extracción. 202

4.5. Fase III: Representación. 204

4.6. Fase IV: Procesamiento. 206

5.1. Listado de conocimiento objetivo para el bloque ORGANIZACIÓN (I). 232

5.2. Listado de conocimiento objetivo para el bloque ORGANIZACIÓN (II). 233

5.3. Listado de conocimiento objetivo para el bloque ORGANIZACIÓN (III).234

5.4. Listado de conocimiento objetivo para el bloque PROCESO (I). 239

5.5. Listado de conocimiento objetivo para el bloque PROCESO (II). 240

5.6. Listado de conocimiento objetivo para el bloque PROCESO (III). . . . 241

5.7. Listado de conocimiento objetivo para el bloque PRODUCTO. 245

5.8. Listado de conocimiento objetivo para el bloque SERVICIO. 248

5.9. Listado de conocimiento objetivo para el bloque RECURSO (I). 251

5.10. Listado de conocimiento objetivo para el bloque RECURSO (II). 252

5.11. Análisis del conocimiento objetivo identificado en los bloques orientados a la empresa. 255

5.12. Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Metas. 260

5.13. Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Estructura organizativa. 261

5.14. Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Análisis. 262

5.15. Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Reglas de negocio. 263

5.16. Bloque conceptual: PROCESO::Aspectos a modelar (I). 264

5.17. Bloque conceptual: PROCESO::Aspectos a modelar (II). 265

5.18. Bloque conceptual: PROCESO::Flujos (I). 266

5.19. Bloque conceptual: PROCESO::Flujos (II). 267

5.20. Bloque conceptual: PROCESO::Niveles de proceso (I). 268

5.21. Bloque conceptual: PROCESO::Niveles de proceso (II). 269

5.22. Bloque conceptual: PRODUCTO::Aspectos funcionales (I). 270

5.23. Bloque conceptual: PRODUCTO::Aspectos funcionales (II). 271

5.24. Bloque conceptual: PRODUCTO::Propiedades. 272

5.25. Bloque conceptual: RECURSO::Humanos (I). 273

5.26. Bloque conceptual: RECURSO::Humanos (II). 274

5.27. Bloque conceptual: RECURSO::Materiales. 275

5.28. Conjunto de técnicas que es posible utilizar en los procedimientos de extracción y cálculo. 279

5.29. Ontología empresarial MDK (I). 282

5.30. Ontología empresarial MDK (II). 283

5.31. Analogía: bloques conceptuales vs marco de modelado MDK. 287

5.32. Perfiles de UML2 implementados en la Propuesta MDK. 291

5.33. Descripción del 'UML Profile for KM' para el 'Modelo de Conocimiento' (I). 303

5.34. Descripción del 'UML Profile for KM' para el 'Modelo de Conocimiento' (II). 304

5.35. Descripción del 'UML Profile for KM' para el 'Modelo de Conocimiento' (III). 305

5.36. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Bloques'. . 306

5.37. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama Ontológico'. . 310

5.38. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Conocimiento'. 312

5.39. Análisis del conocimiento objetivo en la categoría 'Metas'. 315

5.40. Descripción del 'UML Profile for GM' para el modelado de los objetivos de la organización. 322

5.41. Descripción del 'UML Profile for OSM' para el modelado de la estructura organizativa. 324

5.42. Descripción del 'UML Profile for AM' para el modelado del análisis empresarial. 326

5.43. Descripción del 'UML Profile for BRM' para el modelado de la reglas de negocio. 327

5.44. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Objetivos'. 328

5.45. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Estructura Organizativa'. 330

5.46. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Análisis' (I).332

5.47. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Análisis' (II). 333

5.48. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Reglas de Negocio'. 335

5.49. Descripción del 'UML Profile for SM' para el modelado de la estructura (I). 343

5.50. Descripción del 'UML Profile for SM' para el modelado de la estructura (II). 344

5.51. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Productos'. 346

5.52. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Recursos' (I). 348

5.53. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Recursos' (II). 349

5.54. Descripción del 'UML Profile for BM' para el modelado del comportamiento (I). 356

5.55. Descripción del 'UML Profile for BM' para el modelado del comportamiento (II). 357

5.56. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Procesos'. 358

5.57. Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Servicios'. 360

6.1. Bloques conceptuales y categorías ontológicas para el caso FUE-UJI. . 372

6.2. Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque ORGANIZACIÓN (I).373

6.3. Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque ORGANIZACIÓN (II).374

6.4. Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque PROCESO (I). . . . 375

6.5. Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque PROCESO (II). . . . 376

6.6. Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque SERVICIO. 377

6.7. Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque RECURSO. 378

6.8. Caso FUE-UJI: Extracción del bloque ORGANIZACIÓN::Metas. . . . 379

6.9. Caso FUE-UJI: Extracción del bloque PROCESO::Aspectos a modelar. 380

7.1. Modelos de referencia desarrollados. 402

7.2. Perfiles de UML2 implementados en la Propuesta MDK. 403

7.3. Modelado del conocimiento empresarial según la Propuesta MDK. . . . 404

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo se presenta una breve descripción del origen y motivación de la investigación presentada en esta tesis, así como del marco de trabajo y enfoque de la misma. Además, se describe la metodología de trabajo seguida y se detallan los objetivos y principales resultados obtenidos de la investigación y, finalmente, la organización y contenido del documento.

1.1. Origen y motivación de la tesis

El modelado empresarial se define como el arte de externalizar el conocimiento empresarial, que añade valor a la empresa o necesita ser compartido [201]. Este tipo de modelado ha sido utilizado con éxito en muchos ámbitos y con diferentes propósitos, y las ventajas de su utilización en las empresas han sido ampliamente descritas en la literatura [22, 24, 46, 63, 71, 104, 115, 119, 123, 201, 205]. Actualmente, existen muchos lenguajes, metodologías y herramientas relacionadas con el modelado empresarial, incluyendo el modelado de empresas virtuales y extendidas [127]. Los lenguajes de modelado empresarial (Enterprise Modelling Languages, EMLs) proporcionan constructores para describir y modelar la mayor parte de los componentes o elementos presentes en una empresa desde los procesos operacionales hasta los sistemas informáticos. Sin embargo, existen una serie de problemas que dificultan la utilización de este tipo de modelos como un medio eficiente para la gestión de conocimiento empresarial, entre ellos los más importantes se detallan a continuación:

- La integración de modelos generados con estos lenguajes es complicada, puesto que no existen herramientas para integrar modelos generados con

diferentes lenguajes de modelado empresarial [13, 100, 106, 197] (problema de interoperabilidad a nivel horizontal, ver Figura 1.1).

- Existe una creciente dificultad para generar software de gestión empresarial a partir de los modelos empresariales, así como para mantener actualizados dichos modelos debido al cambiante entorno económico al que se enfrentan las empresas (problema de interoperabilidad a nivel vertical, ver Figura 1.1).
- El modelado empresarial debe cubrir el conocimiento residente en la empresa como una dimensión en sí misma y además debe ser capaz, a través de los diferentes modelos o vistas de la empresa generados, de facilitar la gestión del conocimiento empresarial allí y cuando sea necesario.
- La mayor parte de estos lenguajes están definidos en formatos propietarios y su implementación solo está disponible en herramientas propietarias y generalmente solo asequibles para grandes empresas.

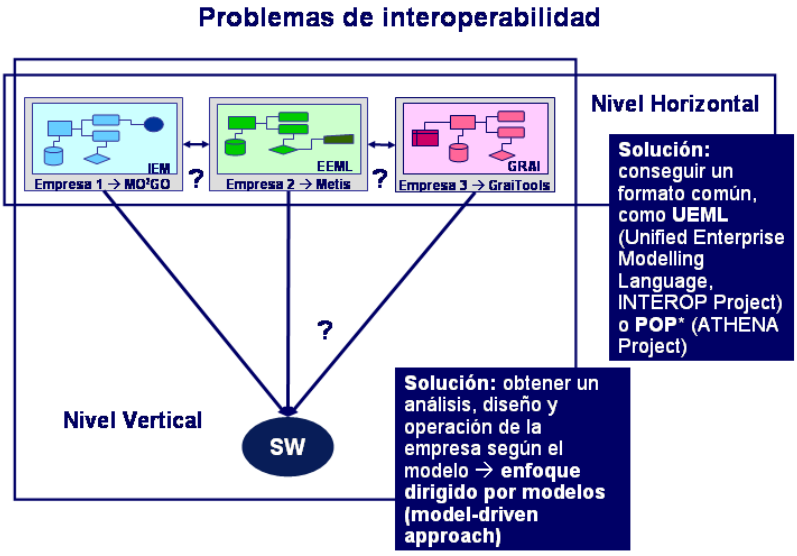

Figura 1.1: Problemas relacionados con el modelado empresarial a nivel horizontal y vertical.

Esta serie de problemas se intensifica en las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMEs), las cuales disponen de recursos limitados para adaptar de manera satisfactoria las tecnologías existentes en el mercado. De manera que las PYMEs desarrollan pocos modelos empresariales, a lo cual se añade la dificultad del intercambio

de los mismos entre diferentes partners y un deficiente uso de los mismos para la gestión del conocimiento.

Además, las PYMEs tienden a formar empresas virtuales con la finalidad de establecer colaboraciones flexibles con otros partners y obtener ventajas competitivas que les permitan aprovechar determinadas oportunidades de mercado. Una empresa virtual [36] puede ser definida como una red temporal de compañías independientes, a menudo antiguos competidores, que se asocian de una forma ágil para explotar las rápidas y cambiantes oportunidades en su entorno. Los partners de negocio se integran usando las tecnologías de la información y de la comunicación. De este manera, el problema de la interoperabilidad a diferentes niveles, incluyendo a nivel de modelado empresarial, puede llegar a ser un aspecto decisivo para alcanzar el éxito empresarial en este tipo de empresas.

Por lo tanto, el principal problema a nivel de modelado empresarial para este tipo de empresas virtuales se centra en la falta de interoperabilidad tanto a nivel horizontal como vertical, lo cual se traduce en un uso deficitario de los modelos empresariales como una herramienta útil para la gestión del conocimiento.

Por otra parte, el Grupo de Investigación IRIS (Integración y Re-Ingeniería de Sistemas) de la Universitat Jaume I, en el cual está integrado el doctorando, ha estado trabajando en diversos proyectos de I+D+I relacionados con la empresa virtual en diferentes sectores (transporte, industria cerámica, textil, etc.) desde 1999 [39, 40, 41, 43, 44]. Esta tesis tiene su origen en el marco del Proyecto financiado por la 'Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología' (CICYT), 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales' que actualmente está llevando a cabo el grupo y en la Red de Excelencia Europea, 'Interoperability Research for Networked Enterprises Applications and Software' (INTEROP) [106] en la cual también participa el grupo.

1.2. Enfoque para la resolución del problema

En la actualidad las empresas, sobre todo las PYMEs, se enfrentan a un entorno económico turbulento, que demanda de ellas una respuesta ágil que les permita aprovechar las oportunidades de mercado. La formación de empresas virtuales ha demostrado ser un buena solución para aprovechar este tipo de oportunidades desde el punto de vista organizativo. En este sentido y tomando la definición antes presentada de modelado empresarial [201], éste se puede convertir en un aspecto decisivo que ayude a las empresas a mejorar el conocimiento del 'core' de su empresa de manera que sean capaces de enfrentarse a ese nuevo entorno con garantías de éxito.

Sin embargo, los problemas detallados en la sección anterior dificultan un uso eficiente del modelado empresarial en este tipo de empresas. En este contexto, se están llevando a cabo una serie de iniciativas a nivel internacional que tratan de dar solución a estos problemas, las cuales son el punto de partida de la presente investigación. Estas iniciativas se pueden sintetizar en:

- La definición de formatos comunes de intercambio que faciliten el intercambio modelos empresariales desarrollados con diferentes lenguajes y herramientas y el establecimiento de un entorno que permita la reutilización de modelos existentes. Ejemplos de estos formatos son UEML (Unified Enterprise Modelling Language) [197] o POP* (acrónimo de 'Process', 'Organisation', 'Product' y el resto de elementos que forman una empresa) [13].
- El enfoque de desarrollo dirigido por modelos (Model Driven Engineering, MDE) [1, 26, 67], propugna el uso del modelado no ya como un arte sino como un proceso de ingeniería que permita desarrollar los sistemas informáticos de una empresa a partir de sus modelos empresariales. En esta dirección existen iniciativas como las del OMG que ha definido la arquitectura MDA (Model Driven Architecture) [121, 154, 156, 158], la cual junto a otras especificaciones como son UML 2.0, Perfiles de UML 2.0, MOF, QVT, etc. tratan de definir un marco que permita la generación de aplicaciones empresariales de gestión a partir de modelos y la reutilización de éstos.

El marco de esta investigación pretende aunar estos dos enfoques combinando por lo tanto experiencias en modelado empresarial tradicional [88], tales como GRAI [63], PERA [205], GERAM [104], etc. con el marco definido por el OMG con MDA y las nuevas especificaciones de UML2 (ver Figura 1.2). El objetivo final es definir una propuesta de modelado que incluya los metamodelos, perfiles asociados y su correspondiente guía de uso, para ayudar a las PYMEs virtuales a modelar su negocio desde el punto de vista del conocimiento empresarial y con la finalidad de solucionar los problemas de interoperabilidad actualmente existentes a este nivel, siguiendo un enfoque MDA a nivel CIM (Computation Independent Model).

Para ello, y puesto que este tipo de empresas utilizan habitualmente y con éxito UML para modelar y generar sus sistemas informáticos, la presente tesis investigará las posibilidades de que las PYMEs virtuales usen UML2 como lenguaje de modelado del conocimiento empresarial, y no solo para generar modelos de sus sistemas informáticos como viene siendo habitual. Los modelos generados han de ser capaces de externalizar el conocimiento empresarial y proporcionar una visión holística de la empresa, así como de mejorar la interoperabilidad con sus partners.

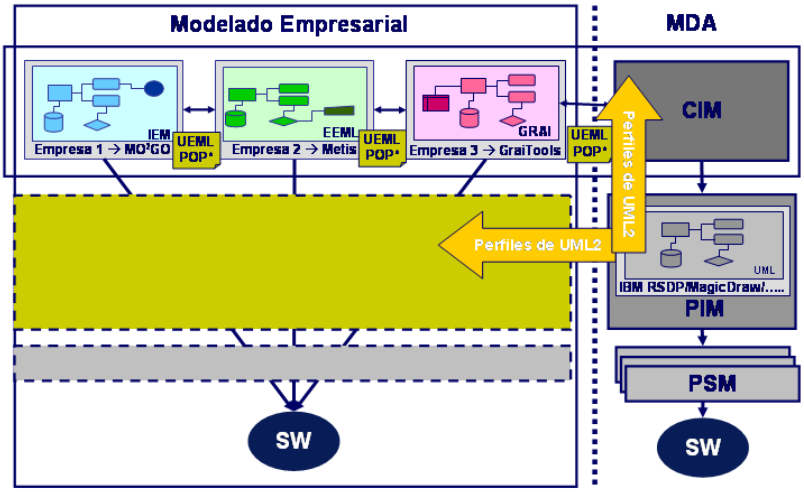

Figura 1.2: Marco de trabajo de la investigación: modelado empresarial/MDA.

1.3. Metodología de trabajo

La investigación aquí presentada tiene su origen en la participación en los proyectos antes mencionados, KM-IRIS e INTEROP. En primer lugar, el trabajo a seguir está basado en los resultados obtenidos en una estancia de investigación del doctorando becada por INTEROP en el European Software Institute (ESI), cuya finalidad ha sido colaborar en el Proyecto Europeo 'Advanced Technologies for interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Application' (ATHENA). El principal objetivo de la estancia ha sido validar el metamodelo POP* realizando un 'Proof of concept' [89] del mismo y participar de forma activa en su desarrollo y especialmente en el deliverable 'DA1.3.1. Report on Methodology description and guidelines definition' [151]. Además, el estado del arte en modelado empresarial realizado en el Work Package 7 [58] de la Red de Excelencia 'Interoperability Research for Networked Enterprises Applications and Software' (INTEROP) y completado durante la estancia de investigación en Ecole Centrale de Lille (ECL) es el punto de partida de esta tesis.

Por otra parte, la propuesta de modelado a desarrollar se incorporará a la Arquitectura de Referencia ARDIN [39, 40] para la integración de la empresa virtual definida por el Grupo de Investigación IRIS, del cual forma parte el doctorando, con la finalidad de extender su segunda dimensión al modelado del conocimiento empresarial. Esta propuesta de modelado se enmarca dentro del Proyecto denominado 'Gestión

del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales' financiado por la 'Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología' (CICYT), con la finalidad de dar soporte al segundo de los objetivos del proyectos:

1. Una metodología para guiar el proceso de desarrollo e implementación de un sistema de gestión del conocimiento en la empresa virtual (denominada Metodología KM-IRIS).
2. Un conjunto de modelos para permitir la identificación, representación y comunicación del conocimiento inherente a la empresa virtual (denominada Propuesta MDK).
3. El diseño de una infraestructura tecnológica que permita almacenar, procesar y distribuir el conocimiento dentro de la empresa virtual.

A partir de estos resultados previos y una vez elaborado el estado del arte con la finalidad de determinar el alcance del problema y estado de las soluciones actuales propuestas, se seguirá una metodología incremental e iterativa en la cual se llevarán a cabo cuatro pasos básicos para desarrollar la principal contribución de la tesis:

- Definición, refinamiento y aportación de nuevos requisitos para el modelado del conocimiento empresarial.
- Diseño de la solución de modelado propuesta, metamodelos del conocimiento empresarial.
- Implementación de los metamodelos mediante el mecanismo de extensión de UML2 de los perfiles y guía para su uso.
- Validación de los metamodelos y perfiles en el estudio de un caso de real.

1.4. Objetivos y resultados

En el contexto previamente presentado, esta tesis pretende desarrollar un marco de referencia que ayude a las PYMEs virtuales a realizar modelos empresariales que puedan integrarse y ser útiles en su sistema de gestión del conocimiento. Para ello, el principal objetivo de la tesis es proporcionar a las PYMEs virtuales, de ahora en adelante empresas virtuales, mecanismos que permitan reducir los problemas de interoperabilidad relacionados con el modelado del conocimiento empresarial a nivel CIM. Para ello se tendrán en cuenta los trabajos de investigación realizados en los siguientes ámbitos:

- **Modelado empresarial:** considerando estándares, marcos de referencia y arquitecturas, lenguajes, etc. existentes en el ámbito del modelado empresarial, con el objetivo de analizar las soluciones existentes y delimitar los problemas antes descritos desde un punto de vista del modelado del conocimiento empresarial.

- **OMG:** con la finalidad de estudiar las soluciones propuestas por el OMG para el modelado empresarial y teniendo en cuenta el enfoque MDA. En este sentido, el objetivo es investigar las posibilidades del uso de UML para el modelado del conocimiento empresarial con la finalidad de resolver además los problemas de interoperabilidad existentes a nivel vertical. Para ello, el mecanismo proporcionado por los Perfiles de UML, redefinido en UML2, será analizado con la finalidad de extender y adaptar UML al dominio específico del modelado del conocimiento empresarial en el ámbito de las empresas virtuales.

Los objetivos específicos de la tesis se pueden concretar en los siguientes:

- Llevar a cabo el estado del arte en modelado del conocimiento empresarial, con la finalidad de determinar el estado actual en esta área y delimitar la problemática actual que la tesis pretende resolver.

- Llevar a cabo el estado del arte en UML desde el punto de vista de su uso en el modelado del conocimiento empresarial, así como del resto de estándares definidos por el OMG con la finalidad de propugnar el uso de modelos para la generación de software.

- Integrar la propuesta de modelado del conocimiento empresarial desarrollada en esta tesis en la Metodología KM-IRIS para la gestión del conocimiento.

- Identificar el conjunto de requisitos necesarios para modelar el conocimiento empresarial, considerando las diferentes dimensiones de la empresa (proceso, organización, producto, decisiones, etc.) y teniendo en cuenta las diferentes fuentes de conocimiento existentes en la empresa.

- Elaborar un metamodelo basado en UML2 y en su mecanismo de extensión de los perfiles que siguiendo un enfoque MDA permita representar a nivel CIM el mapa de conocimiento de una empresa a partir del conocimiento identificado y de sus fuentes de conocimiento. En la elaboración de este metamodelo se tendrán en cuenta los trabajos previos realizados en UEML y POP*.

- Definir la guía de uso de estos perfiles que ayuden a las empresas virtuales a generar modelos de conocimiento empresarial interoperables.

- Validar los metamodelos y perfiles definidos en el estudio de un caso real, aplicando la Metodología KM-IRIS a una empresa virtual.

1.5. Estructura de la tesis

Este documento presenta en el **primer capítulo** una breve descripción del origen y motivación de la tesis, así como del marco de trabajo y el enfoque de la misma. Se describen también la metodología de trabajo, los objetivos de la investigación y principales resultados esperados, junto con la estructura del documento.

En el **segundo capítulo**, se presenta el estado del arte en modelado del conocimiento empresarial, analizando conceptos relacionados, finalidad, evolución, etc. y los principales estándares, marcos de referencia y arquitecturas, lenguajes, etc. existentes tanto en el contexto del modelado empresarial como en el del modelado del conocimiento. Como conclusión, se analizan las diversas dimensiones de la empresa cubiertas por el modelado empresarial y la problemática actual en este ámbito en relación con la empresa virtual.

En el **tercer capítulo**, se muestra una revisión de UML y otros estándares definidos por el OMG desde el punto de vista de su utilidad para el modelado del conocimiento empresarial.

En el **cuarto capítulo**, se describe la Metodología KM-IRIS desarrollada por el Grupo de Investigación IRIS, en cuyo desarrollo el doctorando ha participado y la cual constituye el origen de la presente tesis. En concreto, la tesis se sitúa en la fase III (Fase de representación) de la Metodología KM-IRIS, como un mecanismo adecuado para el modelado del conocimiento empresarial.

En el **quinto capítulo**, se detalla la principal aportación de la tesis, la Propuesta MDK para el modelado del conocimiento empresarial, la cual incluye un metamodelo del conocimiento empresarial, los perfiles UML2 necesarios para su implementación y una guía que permite a las empresas virtuales el modelado del conocimiento empresarial.

En el **sexto capítulo**, se presenta el estudio de un caso real, una empresa virtual, en el cual se ha aplicado la Metodología KM-IRIS y la Propuesta MDK para modelar el conocimiento empresarial en la fase de representación.

Finalmente, en el **séptimo capítulo** se muestran las conclusiones y resultados obtenidos en la tesis, así como las futuras líneas de investigación.

Capítulo 2

Estado del arte: Modelado del conocimiento empresarial

La globalización, la orientación al cliente y la necesidad de convertir una idea en un producto final en tiempo reducido, así como la rápida evolución de las tecnologías de la información y de la comunicación, son algunos de los factores que condicionan la nueva economía en la cual la información y el conocimiento han llegado a convertirse en recursos estratégicos [115]. Este contexto ha propiciado la aparición de un nuevo paradigma de la organización empresarial, en el cual surgen los conceptos de **empresa virtual** y **empresa extendida**, como la necesaria colaboración entre socios para aprovechar las oportunidades de mercado, dando lugar a un nuevo modelo de interoperabilidad [123]. Una empresa virtual o extendida, está formada por una red de empresas resultante del entorno de negocio cambiante, el cual propicia que proveedores y fabricantes tengan que trabajar de forma acoplada [203].

Por lo tanto, actualmente no tiene sentido analizar la empresa como un ente aislado sino que debe hacerse en conjunción con el resto de interlocutores que necesita para lograr sus objetivos. Por ello se habla de empresa virtual, para referenciar una red de empresas independientes, en ocasiones competidores, que forman una alianza temporal con la finalidad de producir un producto o servicio que les permita aprovechar una oportunidad de mercado y lograr un mayor éxito en sus objetivos. O de empresa extendida, como el conjunto de empresas que establecen una relación duradera y estable a lo largo de la cadena de valor que las une [36].

En este contexto, cobra especial interés la interoperabilidad de la empresa y en especial el **modelado empresarial** como un medio para conseguirla. El modelado empresarial no ha de ser un fin en sí mismo, sino convertirse en un medio que permita a las empresas tener un mejor conocimiento de su negocio para así poder mejorarlo,

integrarlo y hacerlo más interoperable. De esta manera, los modelos empresariales pueden ser un instrumento útil que convenientemente integrado en el sistema de gestión del conocimiento de las empresas, les permita mejorar su rendimiento.

Sin embargo, la realidad actual de las empresas, sobre todo de las **PYMEs**, está muy distante de conseguir este objetivo. Este tipo de empresas condicionadas por la disponibilidad de sus recursos suelen formar empresas virtuales para aprovechar las oportunidades de mercado, con lo cual la interoperabilidad, incluida a nivel de modelado empresarial, se convierte en un factor clave para el lograr el éxito. El principal problema para las PYMEs que forman empresas virtuales, de aquí en adelante empresas virtuales, es la dificultad que tienen para integrar los modelos empresariales realizados por los diferentes partners en sus sistemas de gestión del conocimiento. Por lo tanto, este tipo de empresas intercambian pocos modelos empresariales y en la mayoría de casos éstos no se actualizan con los cual no son útiles en la gestión del conocimiento empresarial.

Teniendo en cuenta esta situación, en este capítulo se analiza en primer lugar el estado del arte en **modelado empresarial**, describiendo los principales marcos, lenguajes, metodologías, etc. existentes en la actualidad en este ámbito desde el punto de vista de su capacidad para externalizar el conocimiento. En segundo lugar, se hace un repaso al **modelado del conocimiento** en general para determinar su aportación al modelado del conocimiento empresarial en particular. La principal finalidad de ambos estudios es establecer y delimitar la problemática actual para el modelado del conocimiento empresarial y aprovechamiento del mismo en el ámbito de las empresas virtuales.

2.1. Conceptos fundamentales

Sobre modelado empresarial se han acuñado numerosas definiciones, en general éste tiene que ver con los métodos de representación y análisis para la ingeniería de diseño y automatización de las operaciones empresariales a diferentes niveles de detalle. El modelado empresarial debe cubrir al menos los siguientes aspectos: funcional, de información, de recursos y organizativa; y hacer posible la representación de materiales, información y flujos de control de la empresa, de forma separada o conjunta [22].

Pero antes de definir que el concepto de modelado empresarial conviene describir que se entiende por modelar como proceso, y como modelo como resultado final del mismo. El proceso de modelar es el conjunto de actividades utilizadas para desarrollar las diferentes partes de un modelo con un objetivo definido y desde un determinado punto de vista. Por otra parte, un modelo es una representación simplificada de una realidad mucho más compleja, es decir, una abstracción de una parte del mundo real expresada en un determinado lenguaje o formalismo. Ese lenguaje o formalismo debe disponer de un conjunto de constructores o elementos con una sintaxis y semántica definidas, así como de un conjunto de reglas gramaticales para la formación de los modelos. Los modelos generados con estos lenguajes suelen ser gráficos, aunque en numerosas ocasiones se acompañan de descripciones textuales.

Cuando el objeto real a representar es una empresa, organización o entidad de negocio se está hablando de modelado empresarial. Así, el modelado empresarial se puede caracterizar por los siguientes aspectos [127]:

- Propósito y alcance del modelo, así como nivel de detalle de abstracción que alcanza.
- Expresividad del lenguaje de modelado utilizado para generar el modelo para representar las diferentes dimensiones de la empresa y posibilidades de representación gráfica o visual.
- Propiedades y capacidades de las herramientas de soporte.
- Valor que puede ser creado usando el lenguaje de modelado.
- Soporte al propio proceso de modelado.
- Escalabilidad, extendibilidad e interoperabilidad de la infraestructura que da soporte al modelado.

El modelado empresarial se ha definido por lo tanto como el arte de desarrollar modelos, los cuales representan de forma adecuada la estructura y el comportamiento

de una entidad de negocio. Normalmente, los modelos empresariales están compuestos de submodelos tales como modelos organizativos, modelos de procesos, modelos de datos, modelos de configuración, etc. que tratan de representar cada una de las dimensiones empresariales.

Vernadat [201, 202, 204] define el modelado empresarial como el arte de externalizar el conocimiento empresarial, que añade valor a la empresa o necesita ser compartido, es decir, representando la empresa en términos de su organización y sus operaciones (procesos, comportamiento, actividades, información, objetos y flujos de materiales, recursos y unidades de organización, e infraestructuras de sistemas y arquitecturas). Por lo tanto, este arte consiste en obtener modelos de empresa, que son una representación computacional de la estructura, actividades, procesos, información, recursos, comportamientos, etc. de un negocio, gobierno o cualquier otro tipo de empresa. Este modelo puede ser a la vez descriptivo y definicional, abarcando lo que es (AS-IS) y lo que debería ser (TO-BE). Y su papel debe ser conseguir un diseño, análisis y operación de la empresa en función del modelo, es decir, dirigido por el modelo (model-driven) [71].

Uno de los aspectos mencionados en [201] y que confiere verdadera utilidad a los modelos empresariales, es su capacidad para añadir valor a la empresa. Puesto que éstos son capaces de hacer explícitos hechos y conocimientos empresariales, que pueden ser compartidos por los usuarios y las diferentes aplicaciones de negocio para mejorar el rendimiento de la empresa. Así, en [127] se define el modelado empresarial como la capacidad para externalizar, generar y compartir el conocimiento empresarial, siendo el generar y el compartir la clave del por qué el modelado tiene valor para la empresa. Para conseguirlo el modelado debería cumplir los siguientes objetivos:

- Servir para comprender y explicar la empresa en todas sus dimensiones para poder analizar, comparar, evaluar, controlar, etc. con vistas a mejorar el rendimiento y detectar nuevas posibilidades de negocio.
- Posibilitar la toma de decisiones de la empresa a diferentes niveles.
- Mejorar su nivel de integración e interoperabilidad.

Pero realmente que es lo que se entiende por conocimiento y en particular por conocimiento empresarial. Empezando por el concepto de conocimiento, no existe una definición universalmente aceptada de que es exactamente el conocimiento. Algunos autores lo definen, por ejemplo, como la información que poseen los individuos en sus mentes [64]. Esta definición estar argumentada a partir de que los datos (hechos y números sin elaborar) existen en una organización. Después del procesamiento de

estos datos se convierten en información y una vez ésta es activamente poseída por un individuo, esta información se convierte en conocimiento.

Por lo tanto, el concepto de conocimiento ha sido definido desde múltiples áreas, pero en lo referente a los sistemas de información empresariales la definición suele ir unida a la de dato e información. De manera que los datos se convierten en información cuando tienen valor añadido, y la información se convierte en conocimiento cuando se le añaden nociones, abstracción y una mejor comprensión. Así, la distinción entre dato, información y conocimiento sería la siguiente [191]:

- **Dato:** símbolo inscrito mediante medios humanos o por instrumentos.
- **Información:** es una opinión, de un individuo o grupo, que dados unos datos resuelve preguntas, descubre diferencias, o permite nuevas acciones. La información, por lo tanto, existe en los ojos del poseedor; de esta manera los datos pueden no tener sentido para una persona o ser muy relevantes para otra.
- **Conocimiento:** es la capacidad para la acción efectiva en un dominio de acciones humanas.

Sin embargo, existen otros enfoques que definen el conocimiento que son más independientes de las tecnologías de la información. Una de las más conocidas es el enfoque propuesto por Nonaka [148], quien define el conocimiento como la creencia justificada que aumenta la capacidad de una entidad para la acción efectiva. Polayni [175], por su parte, describe el conocimiento mediante un modelo en tres niveles basado en el conocimiento personal:

1. **Habilidad:** capacidad de acción según las reglas.
2. **Know-how:** habilidad más la capacidad de actuar en un contexto social.
3. **Experiencia:** know-how más la habilidad de influenciar las reglas y el dominio del conocimiento.

Siguiendo esta línea de razonamiento, el conocimiento puede ser analizado desde cinco perspectivas distintas [6]: (1) como un estado de la mente, (2) como un objeto, (3) como un proceso, (4) como una condición para el acceso a la información, o (5) como una capacidad.

Teniendo en cuenta este contexto, en este trabajo se define el conocimiento como la conciencia que permite al individuo poseer la habilidad o la capacidad requerida en una situación particular para (1) tratar de resolver cuestiones complejas de forma

eficiente y creativa, (2) sacar provecho de las oportunidades tomando las decisiones más apropiadas.

Por lo tanto, la paradoja al definir el conocimiento es que éste reside en la mente de una persona y al mismo tiempo necesita ser capturado, almacenado y distribuido para su uso efectivo. Así el proceso de producción de nuevo conocimiento debe seguir la tradicional secuencia de dato, información y conocimiento, pero también el proceso inverso en el cual el conocimiento precede a la información y los datos [191]. Como resultado, el conocimiento puede ser representado mediante los enlaces entre datos, información y conocimiento dentro de un sistema; pero también a través de las conexiones sobre otros datos información y conocimiento provenientes del exterior del sistema (ver Figura 2.1). En realidad, la estructura del conocimiento es una red compleja de conexiones de datos e información, la cual está además en proceso de feedback con el conocimiento existente, dentro y fuera del sistema.

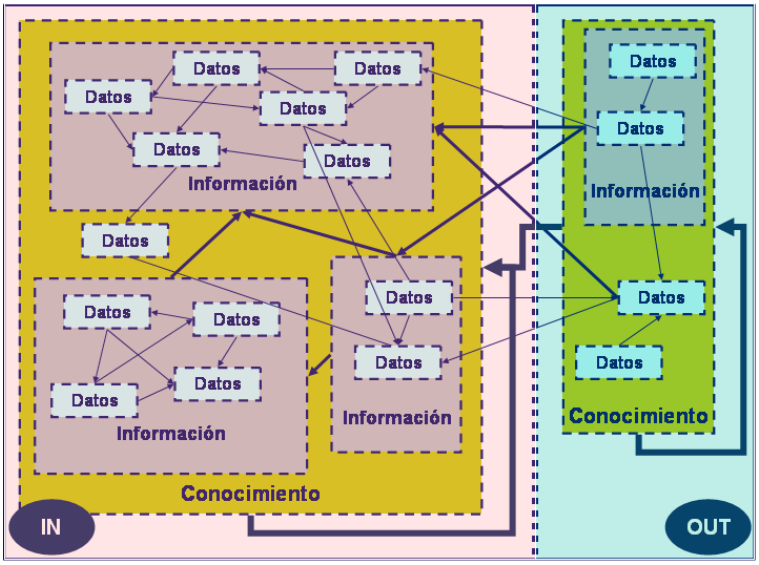

Figura 2.1: La relación compleja entre datos, información y conocimiento.

El proceso de convertir este conocimiento desde las fuentes disponibles de una organización y conectar a los individuos con ese conocimiento es uno de las definiciones propuestas en el contexto de la gestión del conocimiento [153, 152]. Además, la gestión del conocimiento facilita la la creación, acceso y reutilización de conocimiento, típicamente usando tecnologías avanzadas, tales como World Wide Web, Lotus Notes, Internet e intranets [55]. En general, dos tipos de conocimiento son comúnmente aceptados en el campo de la gestión del conocimiento [191]:

- **Conocimiento explícito:** modelos formales, reglas y procedimientos.
- **Conocimiento tácito:** implícito, modelos mentales y experiencias individuales.

Teniendo en cuenta la definición proporcionada en [200] sobre conocimiento empresarial como la información hecha acción de manera que añada valor a la empresa. En este trabajo se investigación se propone la definición de **conocimiento empresarial** como la red de conexiones entre datos e información, y el propio conocimiento, que permite a las personas implicadas en la empresa actuar y tomar decisiones que le añaden valor. Además, dos dimensiones pueden ser definidas en el conocimiento empresarial, explícita y tácita, siguiendo la actual interpretación [188] que defines un limite no bien definido entre conocimiento explícito y tácito.

Por tanto, para que el modelado empresarial pueda ser considerado como modelado del conocimiento empresarial y cumplir el objetivo de externalizar el conocimiento empresarial es necesario que a partir del mismo la empresa pueda actuar consiguiendo un valor añadido. Pero el principal problema en este ámbito es si realmente los métodos y técnicas disponibles en el ámbito del modelado empresarial permiten la integración del conocimiento empresarial en el sistema de gestión del conocimiento de las empresas, de manera que todos los integrantes de la misma obtengan un buen aprovechamiento del mismo.

Para analizar esta situación se va estudiar en primer lugar el estado del arte en modelado empresarial tradicional, analizando las diferentes metodologías, lenguajes, herramientas, etc. existentes desde el punto de vista de su aportación para el modelado del conocimiento empresarial, es decir, el objetivo es analizar la representación del conocimiento en el modelado empresarial. El enfoque de esta parte del estado del arte se va a centrar en el conocimiento, puesto que a pesar de la vocación de los modelos empresariales de externalizar el conocimiento [201], en este contexto no se ha abordado directamente el modelado del conocimiento como tal.

En segundo lugar, se va a estudiar otro enfoque más moderno como es el uso de ontologías para el modelado empresarial y de otros modelos que se utilizan para representar el conocimiento en general. La principal finalidad es determinar cual puede ser su aportación al ámbito del modelado empresarial en lo concerniente a la representación del conocimiento empresarial como una dimensión en si misma.

2.2. Motivación y utilidad

En el actual entorno económico dominado por la competitividad global, el modelado empresarial puede convertirse en un medio que permita a las empresas conocer y comprender mejor su negocio con la finalidad de hacerlo más ágil, alinear sus objetivos con las necesidades del mercado y mejorar su rendimiento. Los diversos submodelos (organizativos, de procesos, decisionales, etc.) desarrollados en el modelado empresarial proporcionan un entendimiento común entre los usuarios sobre las operaciones y la estructura de la empresa y permiten soportar el análisis y la toma de decisiones o controlar las operaciones de la empresa.

El modelado empresarial, ha demostrado ser un medio eficaz para externalizar, generar y compartir el conocimiento de la empresa con la finalidad de una mejor comprensión del negocio, que permita mejorarlo, integrarlo, tomar mejores decisiones, etc. En [23] se resumen los propósitos del modelado empresarial en los siguientes, teniendo en cuenta sobre todo la dimensión de proceso:

- Rediseñar los procesos de producción, gestión y control, incluyendo interacciones y diseñando como los procesos utilizan recursos automatizados así como recursos humanos.
- Conseguir una comprensión común y un acuerdo entre los socios en un gran número de temas de la empresa.
- Controlar los procesos basados en el modelo.

Además y teniendo en cuenta un punto de vista más general se pueden enumerar las siguientes situaciones para las cuales puede resultar interesante realizar el modelado de una empresa:

- Comprensión, re-ingeniería, evaluación, optimización y control de las operaciones y rendimiento de la empresa.
- Análisis del negocio para la detección de problemas.
- Re-ingeniería de los procesos de negocio para la definición del nuevo sistema de negocio.
- Ingeniería de requisitos para la definición de las especificaciones de requisitos.
- Análisis, diseño e implementación de sistemas informáticos.

- Selección, adaptación e implementación de sistemas de empresa, incluyendo ERPs.
- Integración e interoperabilidad de la empresa.
- Simulación/análisis y soporte a la decisión.
- Gestión del conocimiento organizativo o aprendizaje organizativo para formar las bases de la propagación y ampliación del conocimiento.
- Alineamiento con determinadas normas de calidad (ISO 9000, ISO 14000).

En [127], se resumen todas estas utilidades y situaciones para las cuales puede resultar útil modelar la empresa clasificándolas en cuatro grandes categorías:

- **Comunicación:** uno de los principales propósitos del modelado empresarial es dar sentido a todos los aspectos de una empresa y favorecer la comunicación entre las personas.
- **Análisis asistido por computador:** otro propósito es obtener conocimiento sobre la empresa a través de la simulación o la deducción matemática.
- **Despliegue y activación del modelo:** para integrar el modelo en el sistema de información de la empresa y por tanto que forme parte activa del trabajo realizado en la organización. Los modelos pueden ser activados de tres formas:
  - A través de las personas, guiado por el mapa de procesos, donde el sistema no ofrece un soporte activo.
  - Automáticamente, donde el sistema juega un papel activo.
  - Interactivamente, donde el ordenador y los usuarios cooperan en interpretar el modelo en diferentes situaciones.
- El modelo empresarial es la base y marca el contexto para un **proyecto de desarrollo de sistemas**.

Además, estas cuatro categorías pueden tener un enfoque temporal, determinando el presente (AS-IS) o el futuro (TO-BE). El resultado del análisis es una representación AS-IS de la empresa que tiene que ver con su actual situación, y un modelo TO-BE que subraye las posibles mejoras y evalúe su viabilidad.

Por otra, estas categorías pueden hacer referencia a los procesos internos de una empresa o a sus procesos interempresariales o de cooperación con otras empresas.

Por ejemplo, el modelado empresarial representa la manera de describir la realidad interempresarial, y a través de la cual luego el sistema informático de cada empresa es diseñado. Estas descripciones contienen más y más conocimiento del negocio de la empresa, y es imposible estudiar el sistema informático en funcionamiento sin tal conocimiento empresarial. Con lo cual además el modelado empresarial proporciona un profundo análisis de la empresa por completo tanto a alto como a bajo nivel.

Fraser [72] afirma en este sentido que el modelado empresarial permite el entendimiento común de todos los temas pertinentes, la clara descripción de los problemas y requisitos empresariales, la identificación de diversas alternativas de diseño, y un mecanismo para analizar las opciones de implementación del diseño a nivel estratégico, táctico y operativo.

En resumen, se puede concluir que el modelado empresarial puede ser útil para el conocimiento, el análisis y la ingeniería de la empresa, lo cual hace que se puedan clasificar todas las utilidades antes detalladas en las siguientes tres categorías:

1. **Conocimiento:** según la definición proporcionada por [201] una de las ventajas del modelado empresarial, y en particular del modelado de procesos, es capturar, externalizar, hacer explícito y estructurar el conocimiento sobre los procesos de negocio. Por lo tanto, el modelado de procesos de negocio y en general el modelado empresarial pueden ser una importante contribución y una herramienta útil para la gestión del conocimiento [115]. Además, El modelado empresarial permite un entendimiento común y un acuerdo entre los partners de negocio en un gran número de cuestiones relacionados con los problemas empresariales [23].

2. **Análisis:** en este sentido el objetivo del modelado empresarial es ayudar a la comprensión de cómo la empresa funciona, parar detectar problemas y definir soluciones y mejoras. Por ejemplo, puede ser útil para:

   - El rediseño de la producción, la gestión y control de procesos, incluyendo interacciones y recursos (humanos y automáticos).
   - Análisis del negocio para la detección de problemas.
   - Re-ingeniería de procesos de negocio con la finalidad de definir un nuevo sistema de negocio.
   - Integración e interoperabilidad empresarial.
   - Simulación/Análisis y soporte a la decisión.
   - Alineamiento con estándares de calidad específicos (ISO 9000, ISO 14000).
   - Representación de forma adecuada de la estructura y comportamiento de una compañía.

3. **Ingeniería:** desde un punto de vista técnico el propósito del modelado empresarial es soportar la implementación de la empresa y en particular puede llegar a ser útil para las empresas en las siguientes situaciones:
   - Análisis, diseño e implementación de sistemas informáticos.
   - Selección, adaptación e implementación de sistemas empresariales, incluyendo ERPs.
   - Diseño de Modelos Empresariales de Referencia como un soporte para la planificación, programación, gestión y ejecución de proyectos de desarrollo [115].
   - Control de procesos basados en modelos.

Por lo tanto, centrándose en la primera categoría en las siguientes secciones se analizarán los puntos fuertes y débiles de las soluciones propuestas en modelado empresarial para determinar su utilidad en cuanto a facilitador de la gestión del conocimiento.

En lo referente al conocimiento empresarial como tal, la gestión del conocimiento ha sido utilizada en todo tipo de empresas con el objetivo de mejorar sus beneficios, ser competitivos innovativamente, o simplemente sobrevivir. Un factor clave para conseguir una correcta gestión del conocimiento en una empresa es el desarrollo e implementación de un clase especial de sistema de información, un sistema de gestión del conocimiento, es decir, un sistema tecnológico que permita que el conocimiento empresarial sera creado, codificado, almacenado y distribuido en la organización [54]. Según [2], un sistema de gestión del conocimiento es un sistema de información especializado que interactúa con todos los sistemas de la organización para facilitar los distintos aspectos de la ingeniería del conocimiento. Los sistemas de gestión del conocimiento tradicionales han sido introducidos por las empresas como una buena solución que les permite compartir y distribuir el conocimiento entre sus empleados [2, 180, 188].

Tal como se ha indicado en la sección anterior, ambos tipos de conocimiento, explícito y tácito [138], puede ser representados como modelos y por lo tanto gestionados. La gestión del conocimiento ha sido utilizada en diversos tipos de empresas con el objetivo de mejorar beneficios, ser competitivamente innovativo, o simplemente sobrevivir [2] implementando diversos tipos de sistemas de gestión del conocimiento.

Sin embargo, el desarrollo e implementación de un sistema de gestión del conocimiento que abarque la totalidad de la empresa es una cuestión compleja que todavía no ha sido satisfactoriamente resuelta [95]. En este sentido, en [188] se describen diversas generaciones de sistemas de gestión del conocimiento, exponiendo porque este tipo de sistemas no cumplen las expectativas que crearon:

- **Primera generación, desde 1990 a 1995:** a pesar del hecho de que el término 'trabajador del conocimiento' fue definido por Peter Ducker in 1960, la gestión del conocimiento no fue introducida en el campo de la gestión hasta los años 90. En ese momento dos factores principalmente propiciaron una real y profunda necesidad de nuevos procesos de intercambio de conocimiento: el primero de ellos fue que la 'Re-Ingeniería de Procesos de Negocio' se convirtió en algo obsoleto, y el segundo fue el creciente uso común de portátiles en los negocios de consultoría. Por lo tanto, tener una estrategia basada en la gestión del conocimiento se ha convertido en algo de moda y el rol del 'Chief Knowledge Officer' (CKO) fue definido. Sin embargo, los primeros en adoptar este enfoque no consiguieron sus expectativas.

- **Segunda generación, desde 1996 a 2000:** basado en la errónea creencia que el conocimiento podía ser codificado y soportado por el bien conocido modelo 'SECI' (el cual fue presentado en un artículo presentado por Nonaka en 1991, pero realmente comenzó a tener un impacto en 1995 con la publicación del libro [148]). Este trabajo estaba basado en uno previo realizado por Polayni [175], quien había propuesto dos tipos de conocimiento, explícito y tácito. En 1997, Tsoukas [196] señaló que el conocimiento explícito y tácito no eran dos formas separadas de conocimiento, sino más bien, componentes inseparables y necesarios de todo conocimiento. Nonaka más tarde introdujo su nuevo modelo 'Ba' sin conseguir el éxito del previo. En este marco, el enfoque más común fue implementar un sistema de gestión del conocimiento en la forma de una base de datos vacía, la cual tenía que ser rellenada por los empleados. Los resultados, incluso añadiendo sistemas de bonus, mostraron que esta estrategia no era realmente buena y que los empleados no utilizaban este tipo de sistemas. La principal razón proporcionada por los consultores para justificar este situación fue que las empresas necesitan un cambio cultural, pero esto es una contradicción puesto que el éxito de una empresas es debido también a la actual situación cultural en esa empresa.

- **Segunda generación 2, variante en Europa Central:** construido sobre la teoría de sistema y basado en el siguiente proceso propuesto para gestionar el conocimiento que incluye las siguientes fases: identificación, adquisición, desarrollo, distribución, uso y retención de conocimiento.

- **Tercera generación, desde 2001 hasta la actualidad:** Snowden divide el conocimiento en cinco componentes: artefactos, habilidades, heurísticos, experiencias y talentos naturales (ASHEN). Por otra parte, tres categorías de conocimiento fueron propuestos en [188]: (1) procesos, (2) organización y cultura, y (3) información tecnológica. Esto significa que el conocimiento puede ser gestionado mejor si se consideran sus componentes más que como un todo.

2.3. Caracterización

Una vez definido que es el modelado empresarial, cuál es la principal motivación para realizar estos modelos y por qué son útiles, es necesario responder a otra serie de preguntas sobre cómo se realizan estos modelos, qué características deben cumplir los buenos modelos, quienes son los encargados de realizarlos, cuándo, etc. Estas respuestas pueden ayudar a caracterizar el modelado empresarial y por lo tanto a entender mejor el contexto en el que se sitúa esta tesis antes de pasar a detallar el estado del arte, en el cual principalmente se responde a la pregunta de con qué, es decir que métodos y técnicas existen en la actualidad para llevar a cabo el modelado empresarial.

En primer lugar, el proceso de como realizar modelos está ampliamente descrito en las diferentes metodologías presentadas en el posterior estado del arte. Sin embargo, existen dos factores claves para el desarrollo de buenos modelos que pueden encontrarse en la mayor parte de ellas y que deben tenerse en cuenta antes del comienzo de todo proceso de modelado. Estos factores son el propósito u objetivo de la realización del modelo y el público al cual va dirigido:

- El **propósito del modelo** debe ser establecido antes de comenzar el mismo, puesto que de él depende todo el desarrollo posterior. Primero, definiendo cual es principal objetivo que se persigue con la realización del modelo, puesto que de ello va depender el desarrollo del mismo en un sentido o en otro. Segundo, definiendo el alcance del modelo, es decir, hasta donde se pretende llegar, cuales son los límites del modelado, así como sus principales restricciones. Y finalmente, definiendo el enfoque que va a tener el modelo y los diferentes niveles de detalle que se van a alcanzar.

- El **público al cual va dirigido** debe ser ser el segundo factor a determinar, puesto que el tipo de usuarios a los cuales vaya dirigido el modelo o vayan a hacer uso del mismo, condicionará también la manera en la que los modelos se tienen que desarrollar.

Algunas de las condiciones y guías generales para establecer modelos de buena calidad ya fueron establecidos por los pioneros Dijkstra [56] y Brooks [113]. Y es que para modelar no basta con conocer los símbolos y reglas gramaticales o de combinación del lenguaje o formalismo que se utiliza, sino que al igual que sucede en el aprendizaje de un idioma es necesario disponer de unas guías de uso y principios de diseño de integridad conceptual que guíen a los desarrolladores en la obtención de buenos modelos empresariales [129].

Así, en [113] se define la integridad conceptual como el grado para el cual un modelo puede ser comprendido por una sola mente humana a pesar de su complejidad. La idea básica de este concepto es que un buen modelo debe ser dentro de su complejidad lo suficientemente sencillo, y además ofrecer una visión coherente que sea fácilmente entendible por otras personas distintas al desarrollador. Para asegurar esta integridad conceptual es posible utilizar los siguientes principios de diseño:

- No enlazar lo que es independiente (ortogonalidad).
- No introducir múltiples funciones que son ligeramente divergentes (generalidad).
- No introducir lo que es irrelevante (economía).
- No restringir lo que es inherente (propriety/conveniencia).

La utilización de estas heurísticas para aumentar la calidad de los modelos está ampliamente recogida por la literatura [128, 134, 194]. Además, y aunque la realización de los modelos va a depender de los dos factores antes mencionados, es posible definir unas guías generales que ayuden al desarrollo de buenos modelos. En [129] estas guías de modelado se basan en dos principios básicos:

- El modelo debe responder a las cuestiones por las cuales ha sido planteado su desarrollo.
- Es necesario distinguir entre el modelo en si mismo y las diferentes vistas que del mismo se pueden realizar.

Además, el modelado es una abstracción de una realidad compleja que debe dejar de lado los aspectos más insignificantes y enfatizar los más esenciales con la finalidad de hacer el modelo comprensible, por lo tanto es necesario aplicar los principios de economía en la comunicación. En el Cuadro 2.1 (adaptada de [129]) se pueden observar una serie de categorías que es necesario maximizar con la finalidad de optimizar la función comunicativa de los modelos, así como un conjunto de consejos para lograrlo en cada una de las categorías.

Finalmente, y puesto que uno de los propósitos de los modelos es servir de elemento comunicativo, es necesario que éstos sean legibles y entendibles por los usuarios finales con la finalidad de que hagan un buen uso de ellos. La legibilidad y usabilidad de los modelos está relacionada con la complejidad de los modelos desarrollados, la cual depende a su vez de los siguientes factores [129]):

- El número de elementos presentes en el modelo.

Cuadro 2.1: Consejos para la elaboración de modelos de calidad.

Categoría	**Consejo**
Cantidad	Hacer el modelo tan informativo como sea necesario
	No hacer el modelo más informativo de lo necesario
	Hacer el modelo tan correcto y completo como sea necesario
Calidad	No modelar lo que se crea que pueda ser falso
	No modelar aquello para lo cual se tiene falta de una adecuada evidencia
	Hacer los modelos consistentes
	Mantener la coherencia entre modelos y niveles de abstracción
	Guardar la ortogonalidad
	Validar las versiones de los modelos con todos los implicados
Relevancia	Ser relevante
	Economizar en los modelos y en las vistas
Forma	Evitar la oscuridad en la expresión
	Evitar la ambigüedad
	Ser breve
	Ser ordenado
	Hacer los conceptos y las estructuras reconocibles
	Utilizar capas y agrupación de elementos en función de distintos criterios
Proceso	Modelar iterativamente
	Modelar dinámicamente

- El número de tipos de elementos distintos presentes en el modelo.
- El número de relaciones establecidas entre lo elementos del modelo.

Normalmente estos factores aumentan debido a la necesidad que tienen los usuarios de presentar cuanta más información mejor, con lo cual la complejidad del modelo crece. Sin embargo, los usuarios tienen una capacidad limitada para manejar modelos de gran complejidad. Por lo tanto, es necesario alcanzar un compromiso entre estas dos cuestiones, y una buena solución suele ser la utilización de vistas, las cuales ofrecen una determinada visión de una parte del modelo desde un punto de vista particular. Por lo tanto, un medio para reducir la complejidad visual y conceptual de los modelos es proporcionar distintas vistas del mismo. Una vista proporciona dado un determinado objetivo y usuario una visión de los aspectos más relevantes del modelo en esa situación específica.

Otra posibilidad para reducir esta complejidad es el uso de la abstracción. Según

estudios realizados la mente humana no es capaz de trabajar de forma adecuada con modelos de más de 30 elementos. Con lo cual llegados a este punto de complejidad es preferible agrupar y substituir los elementos por un agregado, una entidad abstracta que los agrupe. De esta manera se utiliza el concepto de abstracción y se pueden crear diferentes niveles de abstracción para reducir a complejidad. Sin embargo, también existen estudios que apuntan que con más de tres niveles de abstracción se pierde la noción de visión general de un modelo [129]).

Dentro de un mismo nivel de abstracción la complejidad viene dada por el número de tipos de elementos distintos utilizados y por el número de conexiones entre elementos. Para reducir por tanto la complejidad a este nivel se pueden utilizar por ejemplo los conceptos de la teoría de la percepción humana de la Gestalt para favorecer la forma en que los humanos perciben las relaciones entre los conceptos. De este modo, y aplicando esta teoría se pueden crear visualizaciones de modelos complejos siguiendo los siguientes principios de organización genéricos a la hora de representar las relaciones que existen entre los elementos de los modelos [129]):

- **Proximidad:** los objetos cercanos se perciben como relacionados, y al igual ocurre con los colores. Es interesante colocar cercanos elementos del modelo que están relacionados.
- **Continuidad:** las líneas se perciben continuas en su dirección. Es importante no colocar ángulos rectos cercanos en el modelo.
- **Cierre:** los objetos incompletos tienden a percibirse como completos, igual ocurre con la asimetría. Los modelos simétricos y regulares aumentan la legibilidad de los modelos y reducen la percepción de complejidad.
- **Similitud:** los objetos similares se perciben como parte de una unidad. Por otra parte, el tamaño influye en la percepción de la importancia. Por lo tanto, mantener un tamaño estándar para todos los elementos del mismo tipo es esencial.
- **Orientación:** la orientación de los objetos influye en su percepción como integrante de una unidad o de un todo.

En el Cuadro 2.2 se presentan una serie de convenciones basadas en las anteriores consideraciones que pueden ser usadas en los modelos en lo referente a la representación de las relaciones entre los elementos del modelo [129].

Contestando a la pregunta de cómo realizar los modelos empresariales y de cuáles son las condiciones para generar buenos modelos ha surgido el concepto de vista y el

Cuadro 2.2: Convenciones para la representación de relaciones entre los elementos de los modelos.

Categoría	Convención
Uso de marcos	Uso de espacio en blanco
	Distinguir entre casos normales y excepcionales
	Uso de simetrías, acentuando las similitudes
	Modelar la dependencia del tiempo de izquierda a derecha y de arriba a abajo
	Evitar el cruce de líneas
Uso de símbolos	Usar formas similares para conceptos similares
	Usar líneas anchas para enfatizar las relaciones importantes
Uso del color	Usar el color para enfatizar
	Usar el color para indicar similitudes
	Usar el color para transmitir emociones
	Limitar el número de colores
Uso del texto	Usar la terminología del dominio específico
	Usar convenciones para nombrar los elementos

de usuario final al cual debe ir dirigido el modelo. Y es que si el primer factor clave previo a cualquier proceso de modelado es definir el propósito del mismo, el segundo es el contestar a la pregunta de quién va dirigido. El 'quién' haría referencia a los actores que participan en este proceso con diferentes roles:

- **Desarrolladores:** encargados de realizar el modelo y que por tanto deben poseer las competencias técnicas necesarias para ello. Pero además deben tener un amplio conocimiento del dominio que van a modelar.
- **Expertos del dominio:** conocedores del dominio y que pueden participar en la realización de los modelos.
- **Usuarios finales:** los que van a utilizar los modelos con diferentes fines.

En lo referente al tiempo, los modelos empresariales se pueden realizan en las diferentes fases del ciclo de vida de una empresa dependiendo del propósito para el cual son desarrollados. Como punto más importante en esta cuestión cabe destacar la necesidad del mantenimiento y actualización de estos modelos a lo largo del ciclo de la vida de la empresa, puesto que si los modelos no son actualizados y por lo tanto no representan la realidad actual de la empresa en todo momento no serán útiles para la gestión del conocimiento empresarial.

Por último, contestando a la pregunta de dónde se realiza el modelado empresarial o cual es su ámbito de aplicación, hay que señalar que existen ejemplos de su aplicación en empresas de muy distintos sectores. Por otra parte, debido a las condiciones impuestas por el presente entorno económico la tendencia actual en el modelado empresarial es a considerar la empresa no como un ente aislado sino en interacción con sus partners formando redes de empresas colaborativas, ya sean empresas extendidas o empresas virtuales.

2.4. Estado del arte en modelado empresarial

En la década de los 70 se aplican los primeros conceptos de modelado a los sistemas informáticos (modelo E/R, DFD, etc.), pero el modelado empresarial como tal nace en USA a comienzos de los 80, con la iniciativa Computer Integrated Manufacturing (CIM). Ejemplo de ello son los proyectos ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) llevado a cabo por US Air Force o el CAM-I (Integrated Computer Aided Manufacturing - International). A mediados de los 80, en Europa surgen diferentes lenguajes de modelado como son el GRAI o CIMOSA. Mientras que en los 90 surgen numerosas herramientas comerciales que dan soporte a un gran número de lenguajes de modelado distintos (ARIS ToolSet, First Step designer, Metis, KBSI Tools, CimTool, MO^{2}GO, e-MAGIM, etc.) [197].

Actualmente, el modelado empresarial no está enfocado a la generación de un solo modelo que sea capaz de representar toda la empresa, sino en generar diferentes tipos de modelos o vistas centradas cada una de ellas en representar alguna de las dimensiones de la empresa: organizativa, de proceso, de información, de recurso, etc. a diferente nivel de abstracción. Estos modelos deben ser integrados de modo que el modelo resultante sea algo más que la suma de la vistas individuales [127] y permita tener una visión holística e integrada de la empresa que ayude en la comprensión y mejora de su rendimiento. El modelado empresarial en sí mismo, es claramente un prerrequisito de la integración empresarial, pues las cosas para ser integradas necesitan ser modeladas, mientras que la integración empresarial es primero de todo una cuestión de coordinación de los procesos de negocio y de cooperación en la toma de decisiones [201].

Con esta nueva perspectiva el modelado empresarial se ha incluido como una herramienta más de los ERPs como es el caso de DEM en el ERP BAAN o ARIS en el ERP SAP; se ha extendido a otras áreas como los sistemas de gestión de workflow propiciando la aparición de lenguajes apropiados para tal fin como WPDL; se ha visto influenciado por la orientación a objetos, ejemplo de ello es el IEM, un lenguaje de modelado empresarial orientado a objetos; y finalmente, ha sido influenciado por el campo de las ontologías, ejemplos de ello son: IDEF5, TOVE, Enterprise Ontology, PSL, i*. El resultado es un ámbito en el cual existen multitud de metodologías, lenguajes, herramientas, etc. para llevar a cabo el modelado de la empresa.

En distintos Proyectos Europeos, UEML [197], IDEAS [100], ATHENA [13] e INTEROP [106], se han realizado con diferentes propósitos sendos estados del arte sobre modelado empresarial los cuales recogen extensos ejemplos y documentación. Por esta razón, en este estado del arte se recogen solo aquellos métodos y técnicas que se considera interesante analizar desde el punto de vista de la representación del

conocimiento empresarial. A continuación, se detallan las categorías en las que se ha divido el presente estado del arte en modelado empresarial:

- Estándares.
- Arquitecturas de referencia.
- Marcos generales.
- Metodologías
- Lenguajes.
- Proyectos.
- Metamodelos.

2.4.1. Estándares

Existen muchos métodos y técnicas de modelado empresarial que han venido siendo establecidos durante los años 90 [115], lo cual ha dado lugar a que existan un gran número de iniciativas y grupos de estandarización en este ámbito a nivel mundial. La mayoría de los estándares relacionados con el modelado empresarial han sido desarrollados por organizaciones institucionales tales como:

- **ISO:** International Organization for Standardization (estándares ISO).
- **CEN:** European Committee for Standardization (estándares europeos, ENV).
- **IEC:** International Electrotechnical Commission (estándares IEC).

Los fundamentos de los estándares en modelado empresarial proponen que el modelado empresarial debe al menos cumplir los siguientes requisitos [22]:

- **Permitir tres tipos fundamentales de flujo dentro y entre las empresas:** de materiales, de información y de decisión o control.
- **Permitir cuatro vistas de modelado:** funcional, de información, de recursos y organizativa.
- **Permitir tres niveles de modelado:** definición de requisitos, especificaciones de diseño y descripción de la implementación.

A pesar de la necesidad de los estándares para una mejor integración e interoperabilidad de las empresas y del gran esfuerzo empleado en su desarrollo, éstos tienen muy poca o nula implantación en la industria. Sin embargo, es necesario tenerlos en cuenta porque sientan las bases de lo que debe ser el modelado empresarial desde diferentes puntos de vista y recogen la mayor parte del conocimiento sobre modelado empresarial desarrollado en los últimos veinte años. En el Cuadro 2.3 se muestran los estándares que definen los conceptos y principios en términos de arquitectura o metodología para el modelado e ingeniería de la empresa, sin embargo no tratan de la representación de como una empresa está estructurada o funciona.

Cuadro 2.3: Estándares relacionados con el modelado empresarial.

Estándar	**Descripción**
ENV 40003:1990	Framework for enterprise modelling
ISO 14258:1998	Concepts and rules for enterprise models
ISO 15704:2000	Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies
ISO/IEC 15288:2002	System life cycle processes
EN ISO 19439	Framework for enterprise modelling - Specification (ISO/FDIS 19439:2004)

Algunos de los estándares relacionados con los lenguajes de modelado empresarial que pueden ser utilizados dentro del marco que proponen los anteriores estándares, se presentan en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4: Estándares relacionados con los lenguajes de modelado empresarial.

Estándar	**Descripción**
ISO 10303-11:1994	Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual
ENV 12204:1996	Constructs for Enterprise Modelling
ISO/IEC 15414:2002	Open distributed processing – Reference model – Enterprise language
ISO 18629-1:2004	Process specification language – Part 1: Overview and basic principles
ISO/IEC 15909-1:2004	High-level Petri nets – Part 1: Concepts
CEN/TS 14818:2004	Decisional reference model
EN ISO 19400	Constructs for enterprise modelling (ISO/DIS 19440:2005)

A continuación, se muestra una breve descripción de las características más importantes de los estándares recogidos en ambos cuadros organizados en orden cronológico de aparición y presentados en tres subsecciones según hayan sido

desarrollados por la ISO y/o IEC, por el CEN, y revisados conjuntamente por la ISO y el CEN.

2.4.1.1. Estándares ISO

Los estándares presentados en esta sección tienen vigencia a nivel internacional ya que han sido desarrollados por dos organizaciones internacionales principalmente la ISO y la IEC. En particular, dentro de la **ISO**, por el grupo **ISO TC 184** (Industrial automation systems and integration) que es el líder en modelado e integración empresarial, definiendo los estándares ISO en esta área. Las principales actividades son llevadas a cabo por dos subcomités: el **SC 4** (Industrial data), encargado de la estandarización de información que es intercambiada en el área de la producción industrial, y el **SC 5** (Architectures, communications, and integration frameworks), encargado del modelado empresarial. Los estándares desarrollados en común por la **ISO** y el **IEC** están a cargo del grupo **JTC 1** (Information technology), subcomité **SC 7** (Software and system engineering).

La estandarización de la integración empresarial a nivel de representación empresarial más que intentar estandarizar cada componente de la empresa o tipo de empresa, trata de hacerlo sobre las interfaces entre componentes, nomenclatura, formatos, etc. de manera que se pueda desarrollar software que permita el intercambio de modelos de procesos entre los partners de una empresa extendida o virtual [124].

En ese sentido el grupo **ISO TC 184 SC 5 WG1** está planificando una familia de estándares que ayude a las empresas a crear entornos consistentes en los cuales la integración de procesos puede progresar. El desarrollo de estos estándares se realiza en cuatro áreas principalmente:

- Representación de procesos.
- Infraestructuras para la integración.
- Utilidades resolviendo la semántica.
- Representación del rol humano.

En [124] además, se analizan los futuros trabajos de estandarización, así como de investigación, planificados en cada una de estas áreas por el grupo **ISO TC 184 SC 5 WG1**, con el principal objetivo de tener en cuenta las necesidades derivadas del comercio electrónico y la interoperabilidad en empresas extendidas y virtuales para la

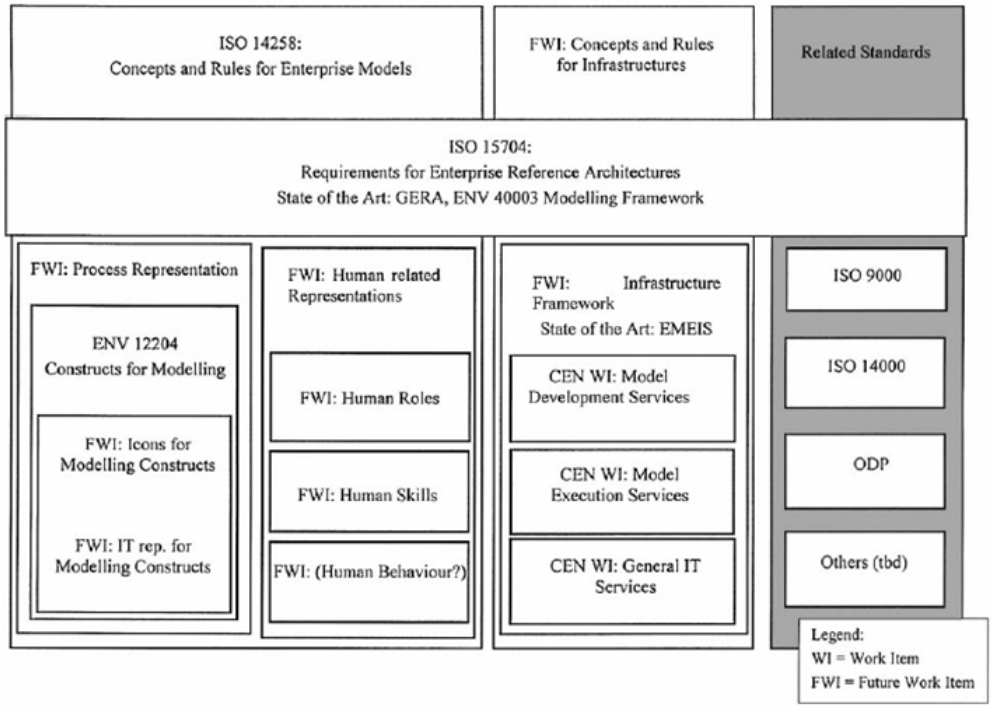

Figura 2.2: Mapa para la estandarización en ingeniería e integración empresarial [124].

ingeniería empresarial. En la Figura 2.2 se puede observar un mapa de los estándares ISO, tanto en desarrollo como planificados, que incluye también los del CEN.

Una comparación más actualizada y detallada se proporciona en [48], donde los estándares presentados en esta sección entre otros son analizados en tres grupos según:

1. Traten con la ingeniería y el modelado empresarial.
2. Tengan que ver con la representación de sistemas o subsistemas empresariales.
3. Estén relacionados con los servicios e infraestructuras de las tecnologías de la información a nivel empresarial.

ISO 10303-11:1994 (Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual). Desarrollado bajo el marco del estándar ISO 10303 STEP (STandard for the Exchange of Product model data) por el grupo TC 184/SC 4, EXPRESS es un lenguaje estándar para la representación computable y el intercambio

de datos de productos, que permite el modelado de los datos de los productos, y representa la parte 11 del estándar STEP. En esta parte del estándar, el lenguaje EXPRESS está completamente definido, incluyendo una representación léxica y gráfica, denominándose esta última EXPRESS-G. Se trata de un lenguaje formal para la especificación de esquemas de datos conceptuales y diseñado para soportar el desarrollo de modelos de datos de productos normativos y protocolos de aplicación para el intercambio de datos entre aplicaciones de ingeniería. No está adaptado para modelar funciones, actividades, procesos, etc. ni el conocimiento empresarial como tal. Sin embargo, puede resultar útil para establecer las bases del conocimiento sobre los productos en la empresa.

ISO 14258:1998 (Concepts and rules for enterprise models). Desarrollado por el TC 184/SC 5 tiene como principal objetivo definir conceptos y reglas sobre los modelos empresariales para guiar y restringir otros estándares que existan o se realicen sobre este tópico. No define un proceso empresarial estándar, ni organización, ni datos, pero establece una base a partir de la cual los estándares de modelado empresarial deben ser desarrollados. Los principales conceptos y reglas propuestos son: elementos para ser utilizados en el desarrollo de un modelo empresarial, conceptos para las fases del ciclo de vida, jerarquía, estructura, comportamiento y vistas de los modelos. Establece tres niveles de integración: **integrado, unificado, federado**, siendo este último en el cual se plantea el problema de la interoperabilidad. Principalmente basado en los conceptos de la teoría de sistemas define un conjunto de conceptos y reglas para elaborar modelos empresariales. No hace referencia explícitamente al conocimiento pero se puede utilizar para definir los conceptos básicos en los que se debe fundamentar el modelado del conocimiento empresarial.

ISO 15704:2000 (Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies). Este estándar está basado en el trabajo del 'Task Force on Architectures for Enterprise Integration project' IFAC/IFIP (International Federation Automatic Control/International Federation Information Processing) [25], sintetizado en GERAM (Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology) [104] (ver Figura 2.3 y 2.4) y luego estudiado y estandarizado por el comité técnico TC 184/SC 5 de la ISO. GERAM a su vez está desarrollado sobre los fundamentos de los enfoques: Purdue Enterprise Reference Architecture (PERA) [205], GRAI Integrated Methodology [63], y Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture (CIMOSA) [11] (los cuales son analizados en la siguiente sección).

El estándar identifica en su más importante componente denominado GERA (Generalised Enterprise Reference Architecture) los conceptos básicos para la ingeniería empresarial (ver Figura 2.3). En primer lugar, distingue entre las

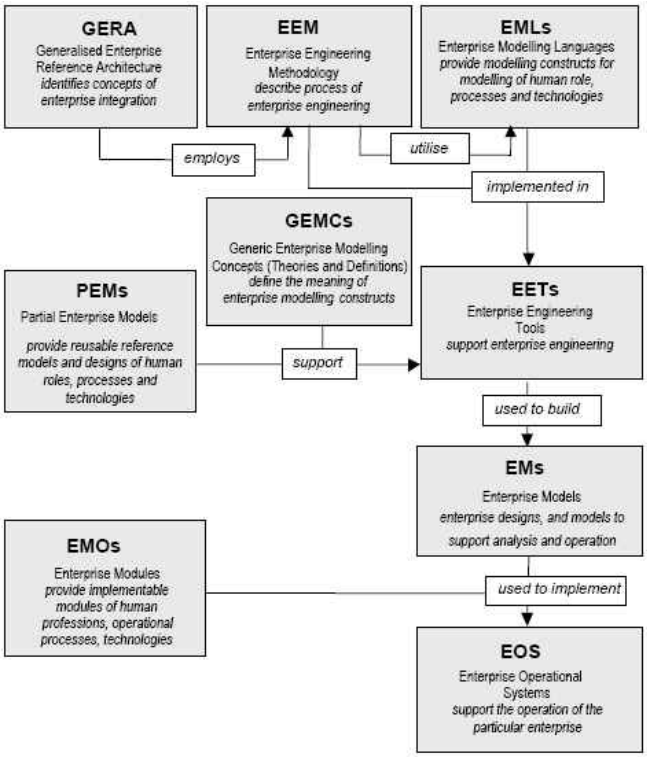

Figura 2.3: GERAM, marco general [104].

metodologías (EEMs) y los lenguajes de modelado (EMLs). El proceso de modelar produce modelos empresariales (EMs) que representan todas o partes de las operaciones empresariales. Estos modelos pueden ser usados para la implementación del sistema operacional de una empresa (EOSs). Las metodologías y los lenguajes son apoyados por las herramientas de ingeniería empresarial (EETs). La semántica de los lenguajes de modelado debe estar definida mediante ontologías, metamodelos y glosarios, los cuales colectívamente se denominan conceptos de modelado empresarial genéricos (GEMCs). El proceso de modelado es mejorado por el uso de modelos parciales (PEMs), los cuales son modelos reutilizables de procesos y tecnologías.

En la Figura 2.4 se pueden observar las tres dimensiones definidas en GERAM: las fases del ciclo de vida, las vistas y la generalidad. De esta manera, este estándar define un marco básico para la ingeniería empresarial que presenta básicamente dos ventajas, se ha desarrollado a partir de los enfoques empresariales más importantes surgidos en la década de los 80 y 90; y además es comúnmente aceptado y utilizado en la comunidad internacional.

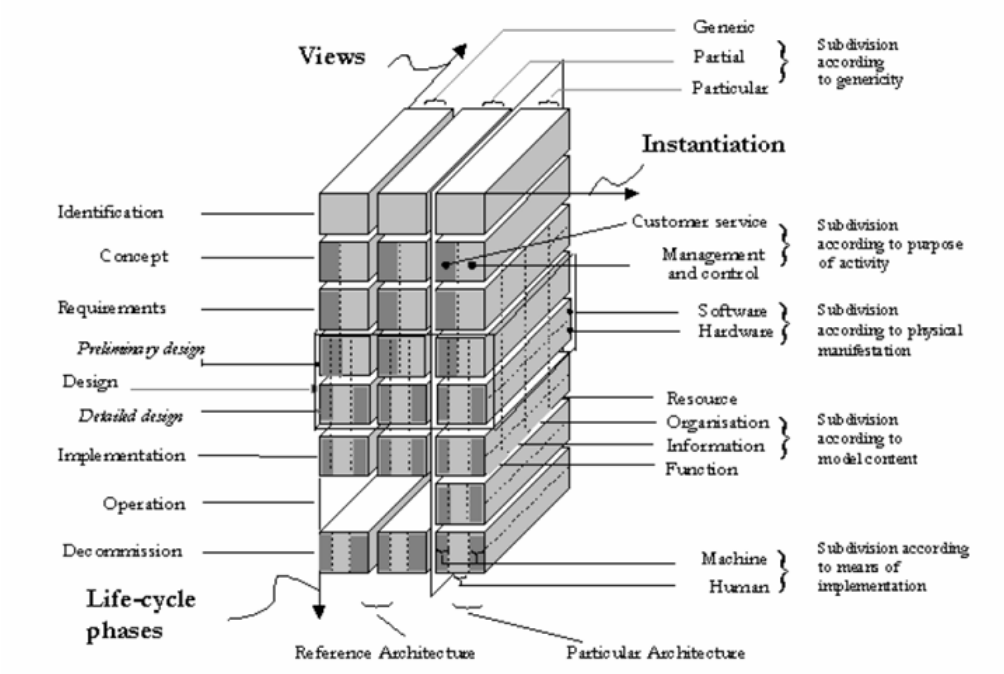

Figura 2.4: GERAM, marco publicado como ISO 15704 [104].

ISO/IEC 15288:2002 (System life cicle processes). Elaborado por el ISO/IEC JTC 1/SC 7, el propósito del estándar es definir y descubrir una arquitectura genérica y de alto nivel para el ciclo de vida de un sistema que incluya la ingeniería de sistemas. El ciclo de vida de un sistema se expande desde la conceptualización de una necesidad o una idea hasta la desaparición del sistema resultante. La arquitectura del ciclo de vida está construida con un conjunto de procesos, los cuales se definen en términos de tareas específicas o funciones (cláusula), más que en términos de métodos específicos, enfoques o técnicas para llevar a cabo una tarea. Los procesos se clasifican en cuatro categorías: procesos de acuerdo, procesos empresariales, procesos de gestión de proyectos y procesos técnicos. Puede ser interesante para la definición del ciclo de vida de un sistema de gestión del conocimiento empresarial.

ISO/IEC 15414:2002 (Open distributed processing – Reference model – Enterprise language, RM-ODP) [109, 110]. Elaborado por el ISO/IEC JTC 1/SC 7 proporciona un marco de coordinación para la estandarización de procesos

distribuidos abiertos. RM-ODP[1] consta principalmente de una revisión, la cual ofrece el alcance, justificación y explicación de los conceptos claves y detalla la arquitectura ODP; de los fundamentos para la descripción normalizada de sistemas de procesamiento distribuidos; de una arquitectura, la cual contiene la especificación de las características requeridas que cualifican un procesamiento distribuido como abierto; y de una semántica arquitectural que contiene una formalización de los conceptos de modelado.

En el estándar previo ISO/IEC 10746-1:1998 [108, 135], ODP propone modelar la empresa desde cinco puntos de vista: empresa, información, computación, ingeniería y tecnología. En este estándar, los conceptos empresariales y la estructura de reglas están definidas como un modelo de referencia. Además, existe un metamodelo usando la notación UML para definir la estructura de una especificación empresarial (ver Figura 2.5).

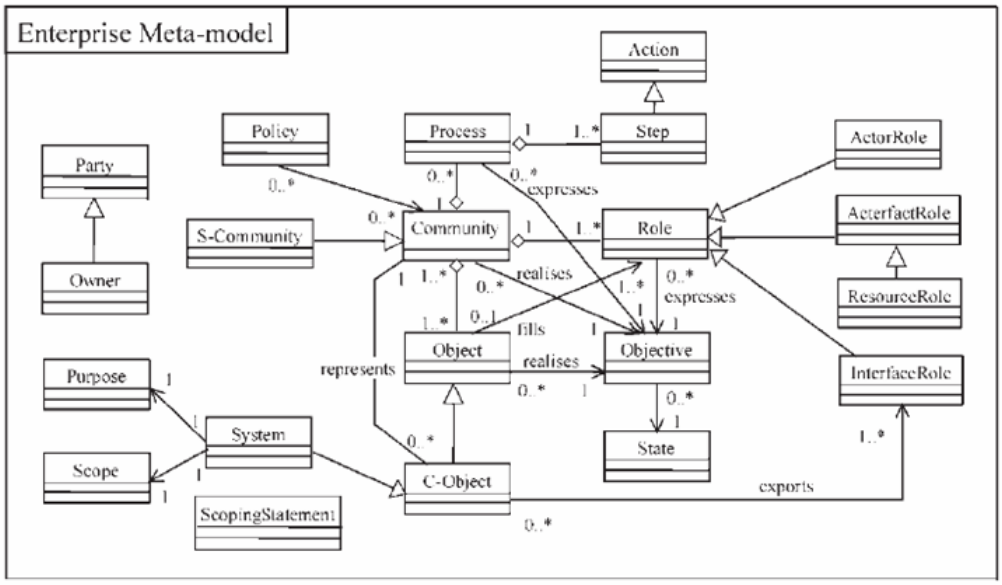

Figura 2.5: Modelo de referencia ODP [48].

Es similar al ENV 12204 en el sentido de que ambos identifican los conceptos empresariales de alto nivel desde múltiples vistas, lo cual puede resultar útil para

[1]En la Sección 2.4.7.1 se presenta una descripción más detallada del metamodelo correspondiente.

establecer las bases del modelado del conocimiento empresarial. Es un estándar sobre un lenguaje de modelado que contiene además especificaciones relacionadas con las tecnologías de la información. ODP está formado por:

- Un lenguaje empresarial que comprende conceptos, estructuras y reglas para desarrollar, representar y razonar sobre una especificación de un sistema ODP desde el punto de vista empresarial.
- Reglas que establecen correspondencias entre el lenguaje empresarial y otros puntos de vistas desde otros lenguajes para asegurar la consistencia completa de una especificación.

ISO 18629-1:2004 (Process Specification Language (PSL) – Part 1: Overview and basic principles). Inicialmente desarrollado por el NIST, ha sido estandarizado conjuntamente por los grupos TC 184/SC 4 y TC 184/SC 5. Su objetivo es desarrollar una representación de la información de los procesos de producción basada en teorías y principios formales, que permitan la integración de aplicaciones relacionadas con los procesos de producción. PSL es un formato de intercambio diseñado para intercambiar información de procesos automáticamente entre una gran variedad de aplicaciones de producción tales como modelado de procesos, planificación de procesos, programación, simulación, workflow, gestión de proyectos, y herramientas de re-ingeniería de procesos. Estas herramientas deberían interoperar traduciendo conceptos entre sus formatos nativos y PSL. Por lo tanto, cualquier sistema sería capaz de intercambiar automáticamente información sobre procesos y procesos con cualquier otro sistema vía PSL. Lo cual implica el desarrollo de una capa semántica formal, denominada ontología PSL[2]. Dentro de la ontología PSL, la semántica de la terminología está especificada usando KIF (Knowledge Interchange Format). La estructura de PSL consta de un core (conjunto fijo se constructores) y extensiones (constructores para ser desarrollados según las necesidades). Su estudio es interesante para el modelado del conocimiento empresarial puesto que define una ontología sobre los procesos empresariales, proporcionando además mecanismos para extenderla.

2.4.1.2. Estándares europeos

Los estándares descritos en esta sección tienen validez a nivel europeo puesto que han sido principalmente desarrollados por el CEN, en particular por el grupo **CEN/TC 310/WG 1** (Systems architecture).

[2]En la Sección 2.5.2.2 se presenta una descripción más detallada de esta ontología empresarial.

ENV 40003:1990 (Framework for enterprise modelling). La arquitectura CIMOSA [11] ha sido la base para establecer el pre-estándar europeo ENV 40003, publicado como un estándar europeo ENV 40003 y en proyecto de ser adoptado a nivel ISO y europeo como EN ISO 19439. Este estándar está estructurado en tres dimensiones, incluyendo las fases, vistas y generalidad del modelado empresarial (ver Figura 2.6). Un modelo empresarial se elabora a lo largo del eje de la fase de modelado: dominio, concepto, requisitos, diseño, implementación y descomposición. Para cada una de estas fases se definen cuatro vistas: funcional, de información, de recursos y de organización. Los tres niveles de generalidad permiten construir un modelo empresarial usando constructores genéricos proporcionados por el modelo genérico, modelos parciales definidos a nivel parcial y modelos particulares propuestos a nivel particular. Proporciona un marco estándar para definir las tareas que es necesario llevar a cabo para modelar un sistema empresarial. No está directamente relacionado con el conocimiento pero proporciona un enfoque estandarizado básico para el modelado empresarial, y por lo tanto para el modelado del conocimiento empresarial.

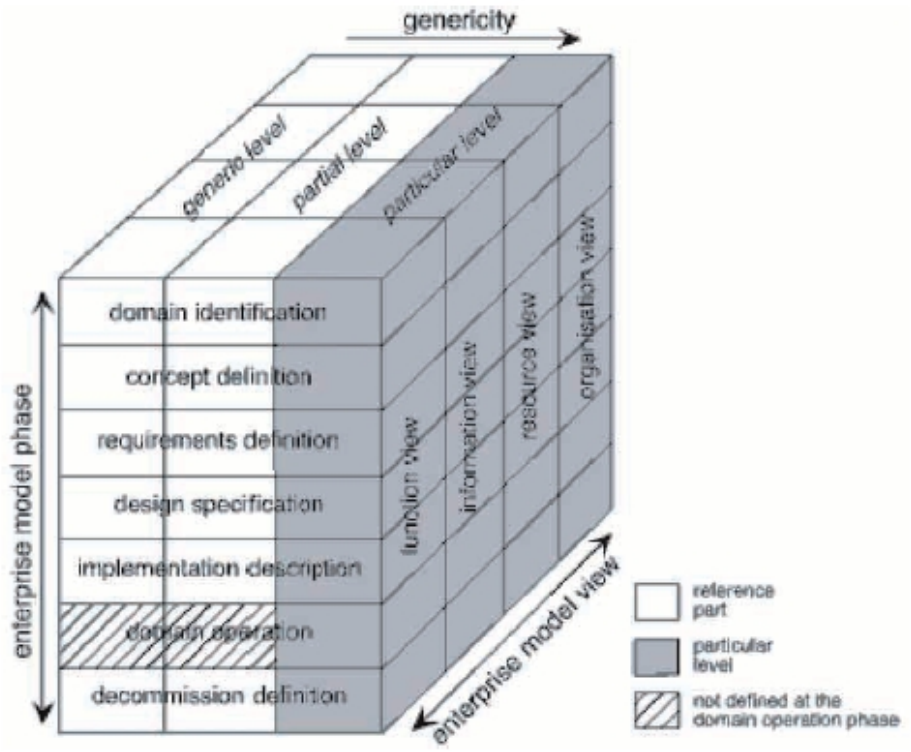

Figura 2.6: Versión revisada del ENV 40003 [48].

ENV 12204:1996 (Constructs for Enterprise Modelling). Su objetivo es proporcionar un conjunto de constructores que soporten el modelado de las vistas definidas por el estándar ENV 40003. Su origen es principalmente la arquitectura CIMOSA [11] y el lenguaje IEM [103]. Los constructores pueden ser vistos como elementos de un lenguaje común propuestos para ayudar a la industria a construir una percepción común de los modelos empresariales y una cultura común de como describirlos. Ejemplo de constructores son: Actividad Empresarial, Proceso de Negocio, Evento, Recurso, Objeto Empresarial, Vista del Objeto, etc. (ver Figura 2.7). Los constructores propuestos están documentados en términos de definiciones, descripciones y plantillas. Este estándar está enfocado al modelado de procesos de negocio con su necesaria información, recursos y descripción de la organización.

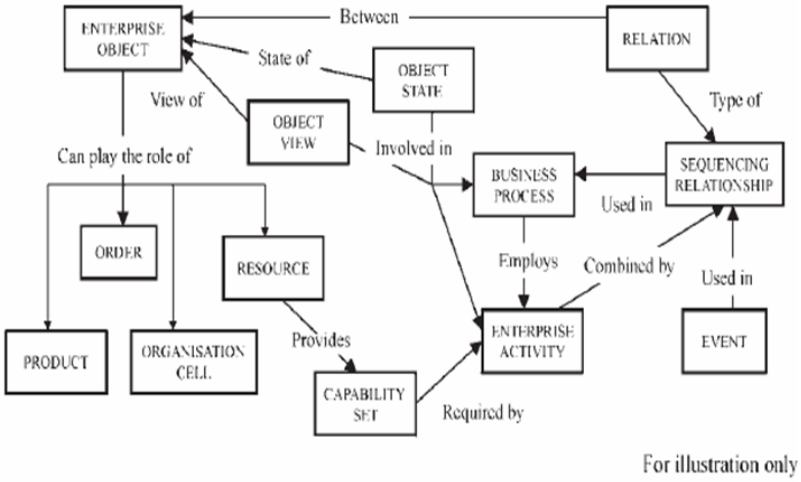

Figura 2.7: Constructores del ENV 12204 (solo a modo de ilustración) [48].

CEN/TS 14818:2004 (Decisional reference model). Define un entorno para la toma de decisiones integrado de modo que las principales decisiones de interés y sus marcos de decisión asociados sean identificados y modelados permitiendo la toma de decisiones en sistemas ampliamente consistentes. Una decisión está caracterizada por su categoría funcional, su nivel de decisión (horizonte y periodo), y el marco de decisión (objetivo, variables, restricciones y criterios). Este estándar está basado en el trabajo original del modelo decisional GRAI elaborado por el LAP/GRAI de la Université Bordeaux 1 (France). Los conceptos básicos del modelo de referencia decisional serán integrados en el ISO 15704 por el grupo ISO TC 184/SC 5 para

desarrollar la vista decisional de un modelo empresarial. Es importante para el modelado del conocimiento empresarial porque incluye la dimensión de la decisión no considerada en otros enfoques.

2.4.1.3. Estándares ISO y europeos

En esta sección se detallan aquellos estándares que han sido adoptados o revisados conjuntamente por la **ISO**, en particular por el comité técnico TC 184/SC 5, y el **CEN**, en particular por el comité técnico TC 310.

EN ISO 19439 (Framework for enterprise modelling - Specification (ISO/FDIS 19439:2004)). El enfoque está basado en el estándar ENV 40003 elaborado por el CEN TC 310. El objetivo de este estándar es constituir la base conceptual para la ingeniería de la empresa basada en modelos. Este marco proporciona una base conceptual unificada para modelar la ingeniería de la empresa permitiendo consistencia, convergencia e interoperabilidad de diversas metodologías de modelado y herramientas de soporte. El marco no está acompañado de ningún proceso metodológico, es neutra en este aspecto.

EN ISO 19400 (Constructs for enterprise modelling (ISO/DIS 19440:2005)). Está basado en los trabajos previos del estándar ENV 12204 elaborado por el CEN TC 310. El objetivo de este estándar es definir un conjunto de constructores de modelado que permita la creación de modelos empresariales para la industria. Está enfocado al modelado de procesos y tiene por objetivo soportar el uso del marco para el modelado empresarial definido en el EN ISO 19439.

El estándar contiene las definiciones y descripciones del core de constructores necesarios para el modelado de la empresa soportado por computador, posiblemente como un precursor hacia la integración informática o mediada por sistemas humanos. Está enfocado pero no restringido, a la integración informática de los aspectos de información de la producción, incluyendo la tecnología de gestión y de control y las tareas humanas requeridas. Los modelos generados usando constructores de acuerdo con este marco serán procesables informáticamente y permitirán que las operaciones diarias de una empresa sean monitorizadas y controladas por tales modelos.

2.4.1.4. Iniciativas industriales y estándares de facto

Existen otro tipo de estándares, que aunque no han sido establecidos oficialmente, han sido adoptados como tales por la industria y la comunidad científica internacional. A estos estándares se les denomina 'estándares de facto' y normalmente son establecidos por organizaciones sin ánimo de lucro, como por ejemplo OMG, OAG, UN/CEFACT, BPMI.org, etc.

A continuación, se presenta un breve resumen de las organizaciones de este tipo más importantes en lo que referente a modelado empresarial, así como de sus principales aportaciones en este ámbito. Como consideración general para el modelado del conocimiento empresarial, cabe destacar que la mayoría de estas iniciativas están más interesadas en infraestructuras basadas en las tecnologías de la información y por lo tanto en la integración empresarial a bajo nivel [48], que en el desarrollo de soluciones integradoras a nivel conceptual; a excepción del OMG que con el nuevo enfoque MDA y otras iniciativas como el OSM, BPDM, SBVR, etc. está abordando el modelado empresarial a nivel conceptual.

Object Management Group (OMG) [164]. Es un consorcio de vendedores de aplicaciones software, desarrolladores y usuarios finales formado en 1989. La principal aportación de este grupo es la **Object Management Architecture** (OMA), utilizada como un modelo de referencia para desarrollar aplicaciones orientadas a objetos. Este modelo también conocido como CORBA, contiene cuatro componentes:

- **Object Request Broker:** el cual permite a las aplicaciones comunicarse.
- **Object Services:** soportan el ciclo de vida de gestión de los objetos.
- **Common Facilities:** son funciones genéricas tales como la impresión, el correo electrónico, etc.
- **Domain Interfaces:** proporciona funcionalidad para los intereses directos de los usuarios finales.

CORBA u OMA es una arquitectura que soporta la integración de aplicaciones, está enfocada exclusivamente sobre cuestiones que afectan a los sistemas orientados a objetos distribuidos. Actualmente, el OMG ha integrado está arquitectura en una más general denominada **Model Driven Architecture** (MDA) cuya principal finalidad es propugnar el desarrollo de sistemas informáticos a partir de modelos conceptuales y mediante la transformación de modelos. Esta arquitectura define tres niveles de modelos:

- **Computation Independent Model (CIM):** para representar los requisitos del sistema en el entorno en el que va a operar.
- **Platform Independent Model (PIM):** para modelar su funcionalidad pero sin determinar cómo y en qué plataforma lo va a hacer.
- **Platform Specific Model (PSM):** en el cual se transforma el PIM en un modelo dependiente de la plataforma escogida.

La idea más interesante de este enfoque es la posibilidad de transformación de los modelos mediante herramientas que automaticen al máximo este proceso de transformación. Por lo tanto, el OMG proporciona especificaciones que tratan de convertirse en estándares que mejoren la interoperabilidad y distribución de los sistemas software. Además de las mencionadas arquitecturas, una de las especificaciones más conocidas del OMG es el Unified Modeling Language (UML).

UML es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema con un alto contenido en software [157]. Este lenguaje de modelado de propósito general ha sido usado con éxito en diversos dominios, incluso para modelar empresas [68, 136], y se ha convertido en un estándar para el modelado orientado a objetos.

Open Applications Group (OAG). Es un consorcio sin ánimo de lucro formado en febrero de 1995 por empresas líderes en el mundo del software, trabaja sobre estándares que definen la interoperabilidad de objetos de negocio entre aplicaciones empresariales. Su principal resultado es la Open Applications Group Integration Specification, conocida como OAGIS. La cual está formada por:

- Una arquitectura de aplicación.
- Definiciones de los componentes software de negocio.
- Definiciones detalladas de las APIs necesarias para integrar los componentes software de negocio.
- Un diccionario de datos completo que describe los elementos individuales de las APIs.

El enfoque OAGIS es complementario al del OMG. Puesto que mientras el OMG trabaja a nivel vertical, la OAG lo hace a nivel horizontal con aplicaciones 'broader' definiendo interfaces entre componentes. De esta manera OAGIS es una especificación

horizontal que es aplicable en las industrias a nivel vertical. Actualmente, OAGIS soporta transacciones financieras, integración ERP a ERP, integración de la cadena de suministro, etc. [48].

United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business (UN/CEFACT). Está abierto a la participación de los estados miembros, organizaciones intergubernamentales, y asociaciones industriales y sectoriales reconocidas por el Econonomic and Social Council of the United Nations (ECOSOC). UN/CEFACT fue establecido en 1996 en respuesta a los nuevos desarrollos tecnológicos. Su visión es proporcionar procesos de negocio simples, transparentes y efectivos para el comercio global, siendo una de sus líneas estratégicas el modelado de la información y los procesos de negocio, para describir formalmente los requisitos de negocio en modelos de colaboración empresarial.

Su principal aportación es el Business Collaboration Framework (BCF) cuyo principal objetivo es capturar el conocimiento sobre los procesos de negocio y administrativos que permitirán desarrollar componentes software de bajo coste para ser usados por las PYMES que adopten practicas de e-business. BCF se desarrolla en un enfoque 'top-down' siguiendo los siguientes pasos:

- Transferencia de conocimiento.
- Creación del modelo de negocio.
- Transformación del modelo de negocio.
- Implementación del modelo de negocio.

Business Process Management Initiative (BPMI.org). Fue iniciado por Intalio Inc. y creada en agosto de 2000 por un grupo de dieciséis empresas proveedoras de software y consultoras. Su principal objetivo es el desarrollo de especificaciones abiertas para la gestión de los procesos e-business. Entre ellas destaca el Business Process Modelling Language (BPML) (ver Sección 2.4.5.2) y Business Process Modelling Language (BPQL) [34].

La iniciativa BPMI en 2005 se fusiona con el OMG, de forma que ambas organizaciones unifican sus actividades relacionadas con el Business Process Management (BPM) con el objetivo de proporcionar estándares industriales que sean capaces de liderar el crecimiento industrial. El grupo de trabajo en esta temática recibe el nombre de Business Modelling & Integration (BMI) Domain Task Force (DTF) [34].

El resultado más visible de esta fusión es la adopción por parte del OMG de la especificación estándar más utilizada del BPMI, el Business Process Modelling Notation (BPMN). Por otra parte, el nuevo grupo de trabajo está trabajando en diversas especificaciones como son: el Business Motivation Model (BMM) en el cual también trabaja el grupo dedicado a las reglas de negocio, y el Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SVBR).

Organization for the Advancement of Structures Information Standards (OASIS). Es un consorcio para la estandarización cuya mayor aportación es el Business Process Execution Language (BPEL), también identificado en ocasiones como BPELWS o BPEL4WS (BPEL for Web Services). Se trata de un lenguaje para la especificación de procesos de negocio que están compuestos de servicios web así como expuestos como servicios web. Por lo tanto, el comportamiento de los procesos de negocio está basado en los servicios web, siendo una extensión del paradigma de servicios web y pudiendo ser utilizado para componer soluciones en una Arquitectura Orientada a los Servicios (SOA). El lenguaje soporta la especificación de protocolos de negocio definiendo las relaciones entre partners y su comportamiento externo es visible a través de procesos de negocio abstractos.

Los procesos de negocio en BPEL representan interacciones de largo recorrido. Las instancias de procesos son creadas implícitamente a través de actividades iniciales recibiendo mensajes. La correlación de mensajes entrantes entre instancias de procesos está soportada mediante tokens de negocio, los cuales son datos significativos tales como el nombre, el lugar de origen y la fecha, llevados juntos con el mensaje. El comportamiento del proceso está descrito usando un modelo sencillo con una estructura jerárquica de constructores de control especializados y una estructura de grafos. Los gestores especifican comportamientos para compensar actividades, actuar en eventos no solicitados y en la recuperación de errores.

2.4.2. Arquitecturas de referencia

Muchos esfuerzos han sido llevados a cabo en el desarrollo de modelos empresariales y metodologías de diseño y análisis de empresas [172]. Estos resultados han sido agrupados normalmente en las denominadas arquitecturas de referencia. Una arquitectura de referencia es un marco que ofrece una guía durante el proyecto de diseño e implementación de un sistema empresarial integrado mediante una metodología estructurada, la formalización de operaciones y las herramientas de soporte [37].

Grupos de desarrollo e investigación internacional han propuesto varias arquitec-

turas de este tipo revisadas y analizadas en diversos estudios [4, 24, 25, 39, 93, 94, 120, 131, 170]. Entre ellas algunas de las más conocidas son CIMOSA, arquitectura presentada en el programa ESPRIT de la Unión Europea (numero 688, 2422 y 5288), por el consorcio AMICE [11]; GRAI, arquitectura derivada del trabajo llevado a cabo en varios proyectos subvencionados por el programa ESPRIT de la Unión Europea como IMPACS (número 2338), por el GRAI/LAP de la Université Bordeaux 1 (France) [63]; y PERA, arquitectura desarrollada por la Purdue University (USA) [205].

Estas arquitecturas proporcionan entornos completos de modelado en los cuales es posible llevar a cabo todos los modelos necesarios para el análisis, diseño e implementación de una empresa mediante las metodologías, los lenguajes y las herramientas de soporte que proporcionan conjuntamente. En esta sección se presentan estas arquitecturas de referencia junto a otras de más reciente aparición, proporcionando para cada una de ellas dos cuadros: una primera con información general sobre la arquitectura, y una segunda con sus principales componentes. Además, se realiza un breve análisis de cada una de ellas desde el punto de vista de su aportación para la gestión del conocimiento.

2.4.2.1. CIMOSA (CIM Open System Architecture)

CIMOSA es un marco que proporciona conceptos y modelos que son necesarios para el modelado de los sistemas empresariales integrados (ver Figura 2.8). En este sentido puede ser útil para sentar las bases de lo que debe ser el modelado del conocimiento empresarial que debe ser integrado con el resto de sistemas de la empresa.

Cuadro 2.5: Arquitectura CIMOSA.

Origen	Desarrollado en el marco del programa de investigación ESPRIT de la Unión Europea, resultado del consorcio AMICE (European CIM Architecture)
Propietario	CIMOSA Association e.V.
Referencias	www.cimosa.com; www.interfacing.com; www.rgcp.com [11] [125] [126] [169] [170]
Peculiaridad	Ser una arquitectura precursora para la integración empresarial que proporciona un marco para analizar los requisitos cambiantes de una empresa y transformarlos en un sistema que integre las funciones que cumplan dichos requisitos
Vistas	Funcional, de información, de recursos y organizativa

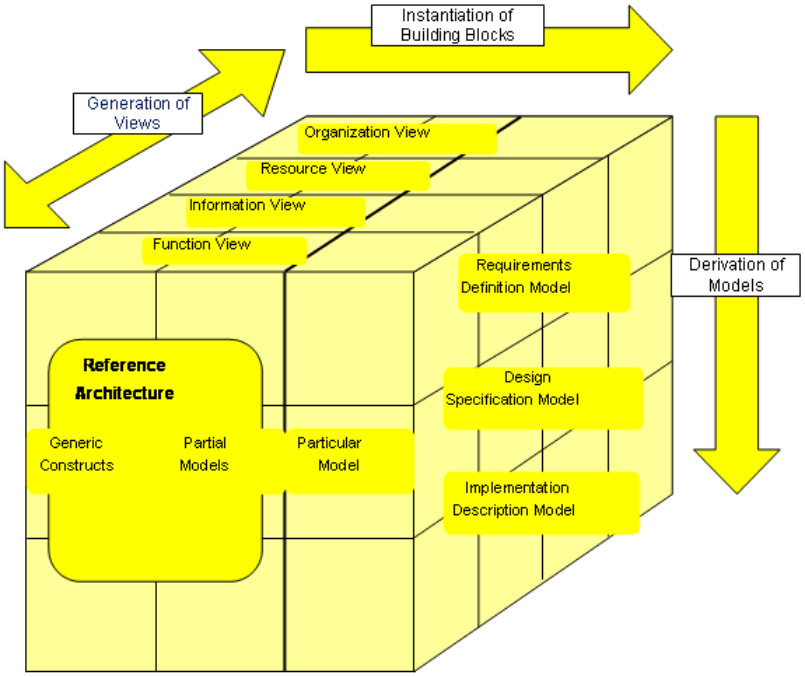

Figura 2.8: Principios de la arquitectura CIMOSA [201].

Cuadro 2.6: Componentes de la arquitectura CIMOSA.

Metodologías	–
Lenguajes	CIMOSA
Software	First step designer y CimTool

2.4.2.2. GRAI (Graphs with Results and Actions Inter-related)

Cuadro 2.7: Arquitectura GRAI.

Origen	LAP/GRAI de la Université Bordeaux 1 y GRAISOFT (France); el formalismo 'Actigram' surgió del proyecto ICAM
Propietario	ITREC (France)
Referencias	www.graisoft.com [60] [61] [62] [63] [176] [177]
Peculiaridad	Sigue un enfoque sistemático de la empresa, describiendo en ella tres sistemas: el físico, el decisional y el de información
Vistas	Funcional, de proceso, de recursos y de indicadores de rendimiento

En su análisis para el modelado del conocimiento empresarial se puede apuntar que permite recoger el conocimiento de expertos en tres dominios diferentes: organización, tecnologías de la información y tecnologías de la producción (ver Figura 2.9). GRAI introduce la dimensión o vista decisional que no incluyen otros marcos de modelado como son CIMOSA o ARIS, esta dimensión es importante para establecer un adecuado sistema de gestión del conocimiento en una empresa. De manera que la estructura de toma de decisiones, los procedimientos de decisión y las restricciones de la empresa virtual estén perfectamente modeladas y clarificadas para un mejor aprovechamiento del conocimiento empresarial. Además, la herramienta de soporte tiene un módulo específico para la gestión del conocimiento, 'GRAI-KNOWLEDGE'.

Cuadro 2.8: Componentes de la arquitectura GRAI.

Metodologías	GIM (GRAI Integrated Method) que incluye: un modelo de referencia de un sistema empresarial (GRAI model), diferentes formalismos organizados en un marco de modelado y un enfoque estructurado
Lenguajes	Actigram - versión 1 (GRAI Methodology), lenguaje derivado del IDEF0 Extended ACTIGRAM - versión 1 (GRAI Methodology), lenguaje derivado del IDEF3 GRAI Grid (GRAI Method), para representar la estructura decisional global de una empresa GRAI NET (GRAI Method), para representar el comportamiento en detalle de un centro de decisión
Software	GraiTools 1.0 [130] es la versión actual, en versiones anteriores la herramienta se denominaba e-Magim

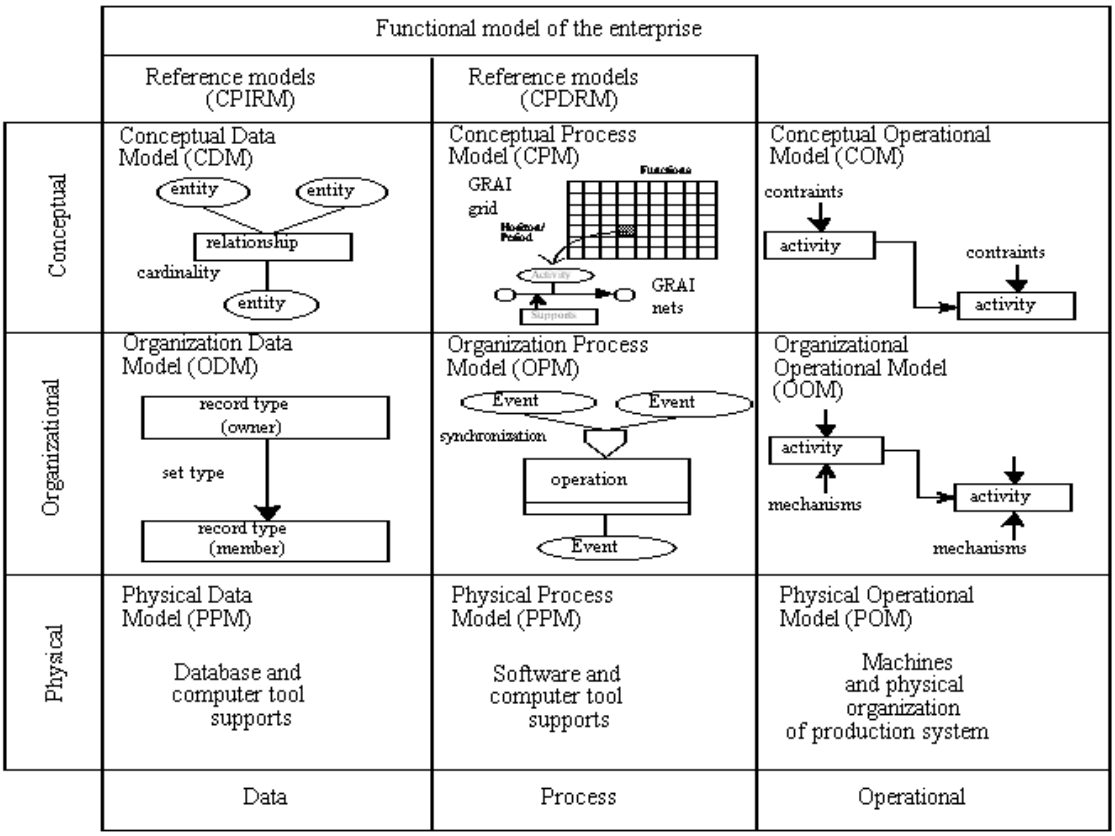

Figura 2.9: Principios de la arquitectura GRAI [201].

2.4.2.3. PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture)

PERA se basa en el principio de que cualquier empresa consta principalmente de facilidades de producción o sistema físico empresarial, personas, y de un sistema lógico empresarial o sistema de información y control (ver Figura 2.10). Sobre esta base, PERA proporciona un modelo del ciclo de vida empresarial el cual define claramente los roles y las relaciones entre el sistema físico, las personas y el sistema de información, circunstancia a valorar en el desarrollo de un sistema de gestión del conocimiento empresarial.

Cuadro 2.9: Arquitectura PERA.

Origen	Purdue University (USA)
Propietario	Purdue University (USA)
Referencias	pera.net [205]
Peculiaridad	El modelo PERA que combina conceptos sobre los componentes de información, humanos y físicos de una empresa superponiéndolos con las fases del ciclo de vida de una empresa, es la aportación más significativa de PERA según la cual una empresa pasa por ocho fases desde su definición hasta su disolución
Vistas	Producción, humana/organizativa y de sistemas de información

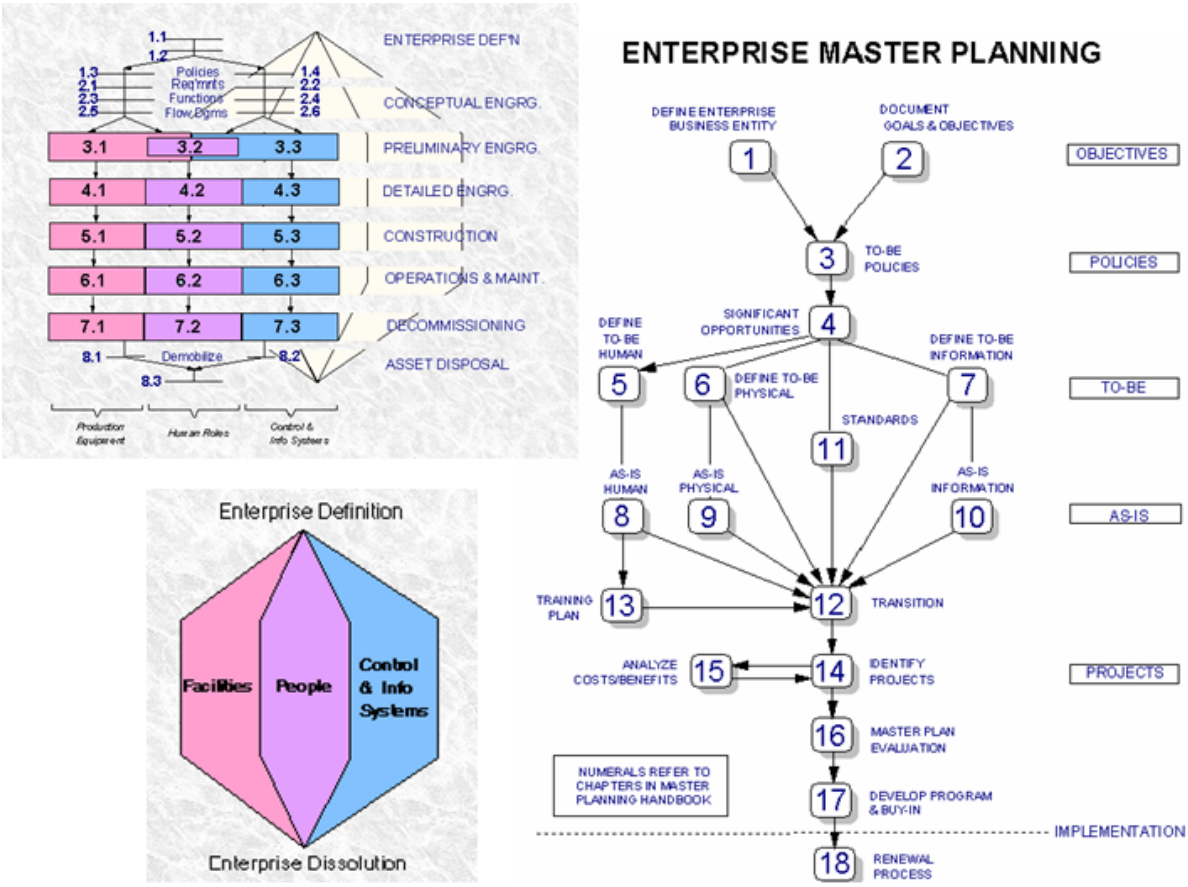

Figura 2.10: Principios, modelo y metodología de la arquitectura PERA [205].

Cuadro 2.10: Componentes de la arquitectura PERA.

Metodologías	PERA Master Planning Methodology
Lenguajes	PERA Generic Enterprise Model está formado de tres componentes básicos: facilidades de producción, personas/organización, y sistemas de control e información
	Purdue Reference Model for CIM proporciona un conjunto de flujos de datos y una jerarquía de funciones para facilitar la producción genérica
Software	–

2.4.2.4. ARIS (ARchitecture of integrated Information Systems)

La dimensión de conocimiento no aparece explícitamente en el desarrollo inicial de esta arquitectura, pero su visión integradora de la empresa a través de las diferentes vistas en que se puede dividir la empresa (ver Figura 2.11), tiene que ser considerado para el modelado del conocimiento empresarial. Actualmente, ARIS proporciona de medios adicionales de representación para identificar y estructurar el contenido de categorías de conocimiento relevantes, y para modelar la creación y utilización de conocimiento en los proceso de negocio:

- **Dos nuevos tipos de objetos:** categoría de conocimiento y conocimiento documentado.
- **Dos nuevos tipos de modelos:** diagrama de estructura de conocimiento y mapa de conocimiento.

Además, lo tipos de modelos existentes para la representación de procesos de negocio han sido expandidos para incluir constructores para gestionar la creación y utilización de conocimiento.

Cuadro 2.11: Arquitectura ARIS.

Origen	Desarrollado por el Profesor Scheer de la Universidad de Saarbruecken (Germany)
Propietario	Institute of Information System (IWi) del German Research Centre for Artificial Intelligence (DFKI) así como IDS Scheer AG (Germany)
Referencias	www.ids-scheer.com [4] [184] [185]
Peculiaridad	Basado en el concepto de integración derivado de un análisis holístico de los procesos de negocio. El resultado es un modelo de empresa muy complejo que se divide en vistas individuales a fin de reducir esta complejidad y que luego son integradas por la vista de control
Vistas	Organizativa, funcional, de proceso, de datos, de producto y de control

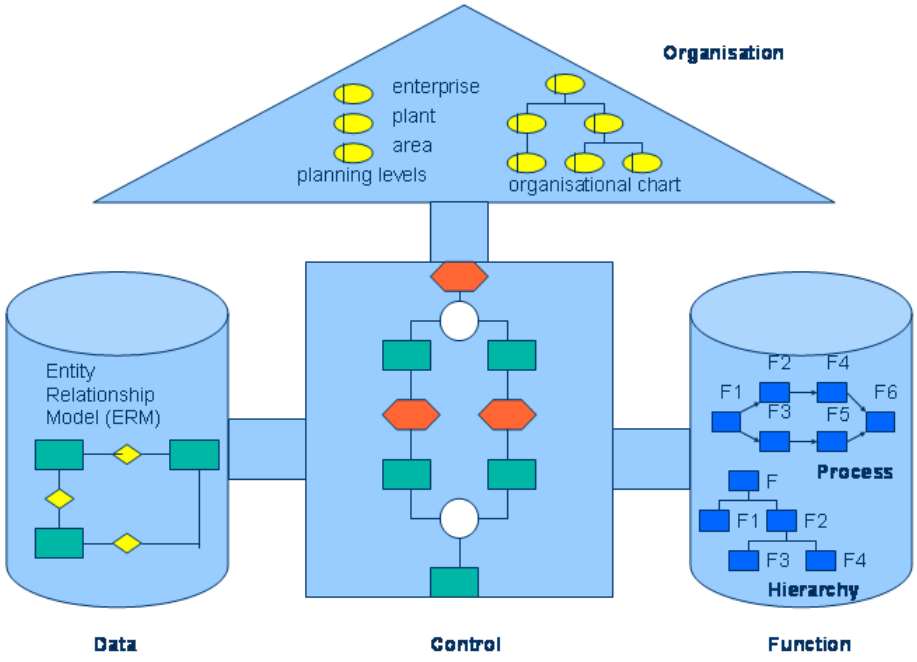

Figura 2.11: Vistas de la arquitectura ARIS [201].

Cuadro 2.12: Componentes de la arquitectura ARIS.

Metodologías	ARIS
Lenguajes	ARIS Language y UML 1.4
Software	ARIS Process Platform es la versión actual de software que en versiones anteriores se denominaba: ARIS ToolSet, primera herramienta que en 1993 implementaba el concepto ARIS; o ARIS 6 Collaborative Suite, evolución de la anterior

2.4.2.5. MISSION-IEM

Como punto importante para el modelado del conocimiento cabe destacar la siguiente referencia [103]. Un ejemplo de diagrama realizado con el lenguaje IEM (Integrated Enterprise Modelling) integrado en esta arquitectura se muestra en la Figura 2.12.

Cuadro 2.13: Arquitectura MISSION-IEM.

Origen	(1989) El IPK (Germany) desarrolló el IEM, al que se une el MISSION Approach como resultado del Módulo Europeo MISSION
Propietario	IPK (Germany)
Referencias	www.ims-mission.de; www.ipk.fhg.de [103] [193]
Peculiaridad	Incluir aspectos de modelado que describen como un usuario puede recoger los datos necesarios para una simulación distribuida, extendiendo la HLA para soportar el uso industrial de la simulación distribuida. El lenguaje que proporciona está orientado a objetos, los cuales describen la empresa, y sus relaciones, el comportamiento de la misma
Vistas	De información y de la cadena de procesos

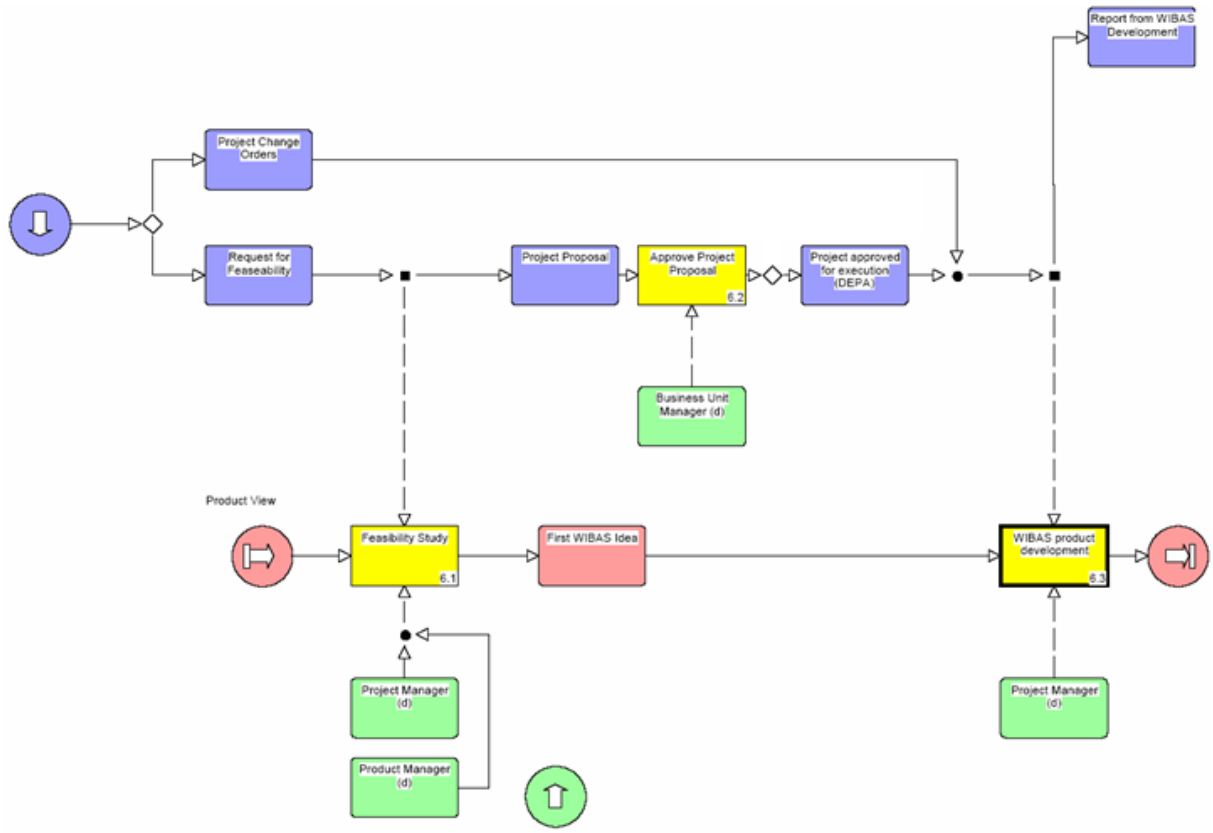

Figura 2.12: Ejemplo de modelo realizado mediante el lenguaje IEM [89].

Cuadro 2.14: Componentes de la arquitectura MISSION-IEM.

Metodologías	IPK Procedure
Lenguajes	IEM (Integrated Enterprise Modelling) (ver Figura 2.12)
Software	MO^{2}GO [107]

2.4.2.6. AKM (Active Knowledge Modeling)

Cuadro 2.15: Arquitectura AKM.

Origen	(1989) Desarrollado por Computas AS (Norway) enfocado en el diseño de productos y procesos, y en el espacio de conocimiento empresarial innovativo con las dimensiones de conocimiento POPS
Propietario	Troux (USA)
Referencias	www.computas.com [50] [133]
Peculiaridad	Basado en los conceptos de los espacios del conocimiento empresarial y sus cuatro dimensiones de conocimiento: enfoque, metodología, infraestructura y soluciones
Vistas	–

Este entorno confiere una gran importancia al conocimiento en el ámbito del modelado empresarial en su concepción, pero en su realización práctica se limita a ser un compendio integrado de los diferentes lenguajes y metodologías existentes en la actualidad. Su mayor punto fuerte es el disponer de un potente entorno software de modelado empresarial, Metis, que incorpora también utilidades para el metamodelado (ver Figura 2.13).

Cuadro 2.16: Componentes de la arquitectura AKM.

Metodologías	Zachman Framework; TOGAF 8; UML 2.0; DoDAF (C4ISR) y TEAF/FEAF
Lenguajes	ITM plantilla para implementar diferentes metodologías y lenguajes relevantes en la arquitectura empresarial BPM plantilla para el BPM y que implementa la mayoría de los constructores BPMN, así como los IDEF y otros lenguajes de modelado UML plantilla que implementa nueve de los diagramas descritos por el OMG como parte de la versión 2.0 de UML
Software	Metis [50]

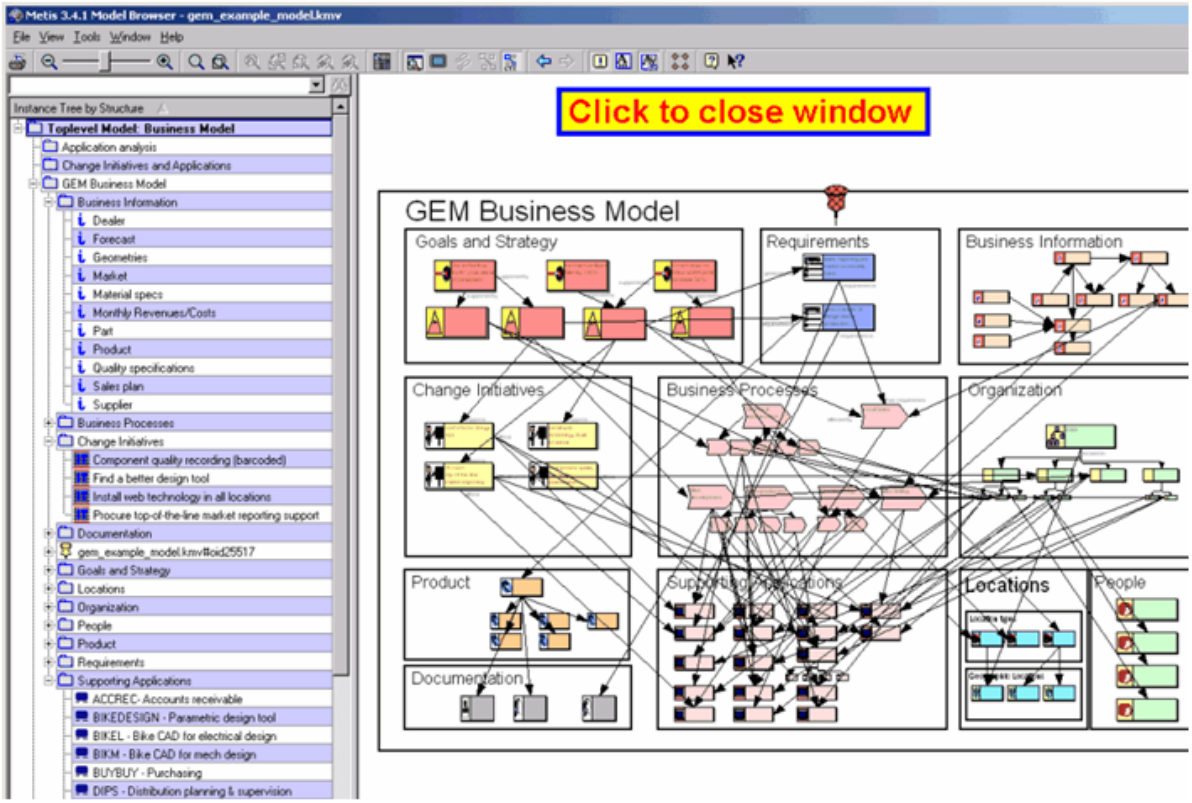

Figura 2.13: Captura de un modelo de negocio desarrollado con la herramienta Metis [50].

2.4.2.7. ArchiMate

Esta arquitectura es el resultado del proyecto holandés ArchiMate cuyo objetivo era proporcionar conceptos y técnicas capaces de ofrecer un soporte a los arquitectos empresariales en la visualización, comunicación y análisis de arquitecturas integradas. El núcleo de esta arquitectura empresarial es que múltiples dominios deberían ser vistos de forma coherente e integrada. Para ello se proporcionan los conceptual adecuados para especificar la arquitectura, por una parte, y por otra para ofrecer un soporte al arquitecto con técnicas de análisis y visualización que que permitan crear comprensión entre su estructura y relaciones.

Cuadro 2.17: Arquitectura ArchiMate.

Origen	ArchiMate project (Holland)
Propietario	ArchiMate consortium (Telematica Instituut, ABN AMRO, etc.)
Referencias	archimate.telin.nl [129]
Peculiaridad	Arquitectura con una vocación integradora desarrollada a partir de los enfoque existentes
Vistas	Organizativa, Cooperación de actores, Función de negocio, Producto, Realización de servicios, Cooperación de procesos de negocio, Procesos de negocio, Estructura de la información, Cooperación de aplicaciones, Uso de aplicaciones, Comportamiento de aplicaciones, Estructura de la aplicación, Infraestructura, Uso de la infraestructura, Despliegue e implementación

Las principales características y beneficios de esta propuesta se resumen en los siguientes:

1. Introduce un lenguaje de modelado empresarial coherente que facilita la comunicación con los colaboradores relevantes de la empresa.

2. Proporciona métodos de análisis cuantitativo para evaluar el impacto de los cambios arquitecturales.

3. Está basado en estándares como el CMMI, IEEE 1417, Zachman (ver Sección 2.4.3.1) y TOGAF (ver Sección 2.4.3.3).

4. Diseñado por investigadores punteros y probado en proyectos industriales de gran envergadura.

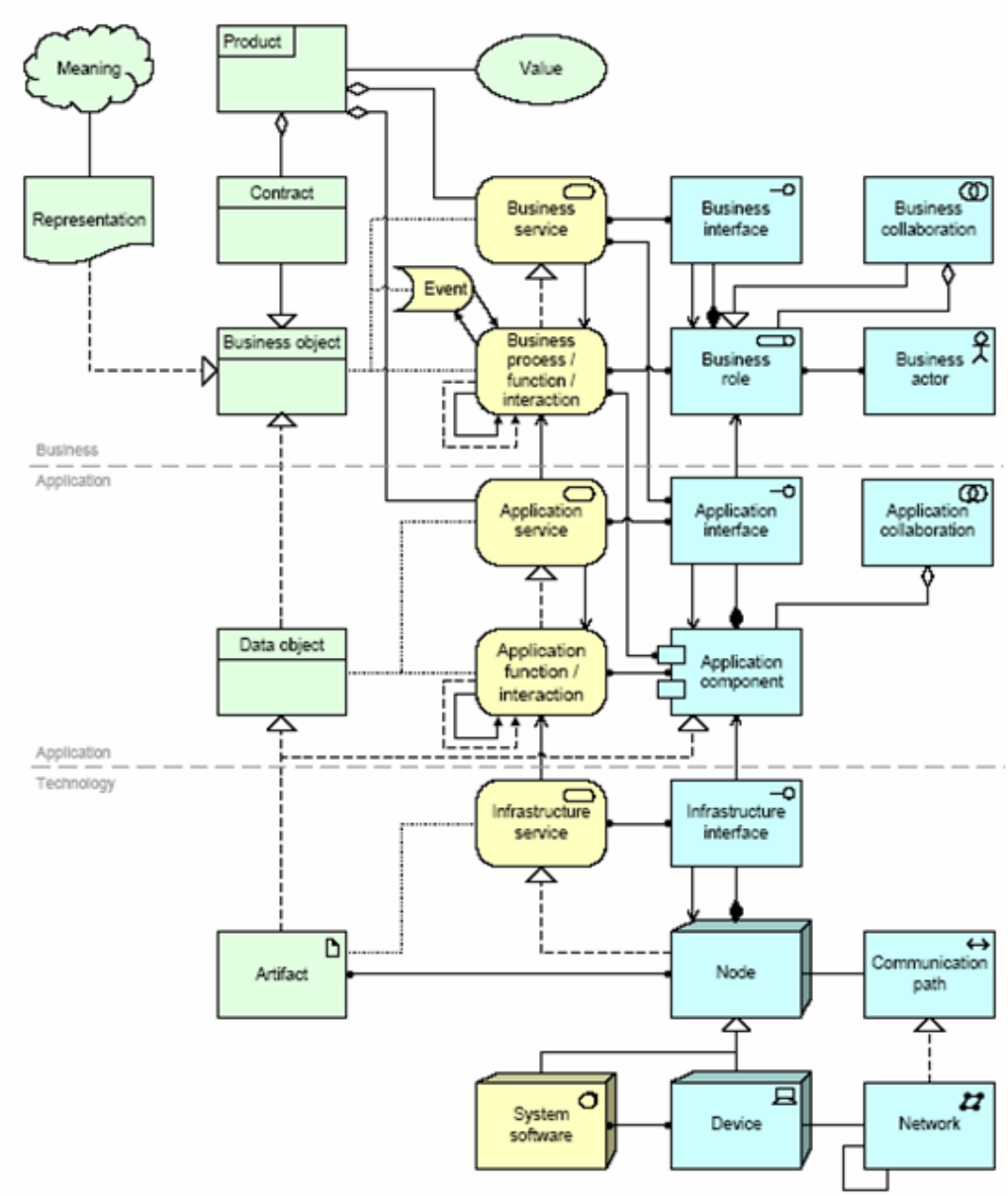

Figura 2.14: Resumen de los principales conceptos y relaciones de la ArchiMate Language [129].

El lenguaje de modelado empresarial (ver Figura 2.14) de esta propuesta permite capturar la complejidad de los dominios arquitecturales y sus relaciones, y permite el desarrollo de modelos de la arquitectura empresarial integrados. El lenguaje se organiza en tres capas: negocio, aplicación y tecnología, para cada una de las cuales se analizan los conceptos de la estructura pasiva, del comportamiento y de la estructura activa (ver Figura 2.15).

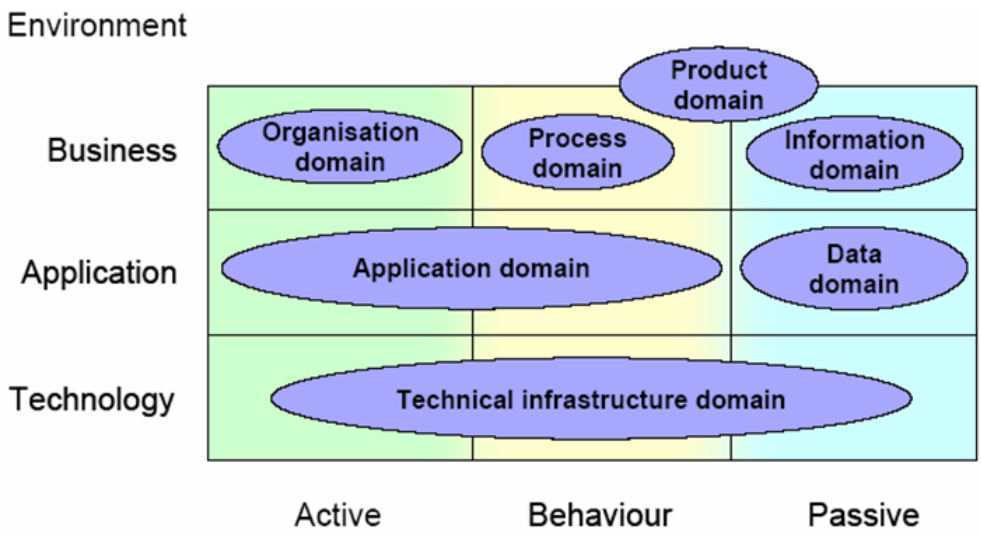

Figura 2.15: ArchiMate Framework [129].

Cuadro 2.18: Componentes de la arquitectura ArchiMate.

Metodologías	Guía para el modelado
Lenguajes	ArchiMate Language
Software	ArchiMate Workbench (tool integration), BiZZdesign Architect by BiZZdesign, ARIS ArchiMate Modeler by IDS Scheer, Metis by Troux

2.4.2.8. ARDIN (Arquitectura de Referencia para el Desarrollo INtegrado de la empresa)

Cuadro 2.19: Arquitectura ARDIN.

Origen	Grupo IRIS de la Universitat Jaume I (Spain)
Propietario	Grupo IRIS de la Universitat Jaume I (Spain)
Referencias	www.iris.uji.es [39] [40]
Peculiaridad	Arquitectura desarrollada a partir de las anteriores con un enfoque integrador
Vistas	Funcional, procesos, workflow y organizativa

La Arquitectura ARDIN está organizada en cinco dimensiones (ver Figura 2.16).

1. **Primera dimensión:** paso a paso la metodología de desarrollo empresarial guía la construcción de un sistema empresarial integrado usando una visión de procesos de negocio y que permite una evolución dinámica dependiendo de las necesidades y objetivos (ver Figura 2.17).

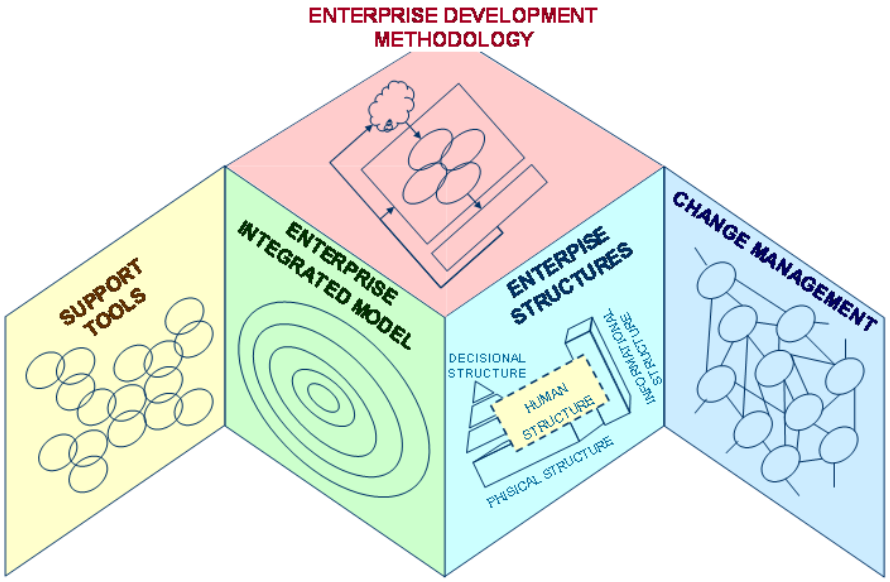

Figura 2.16: Las cinco dimensiones de la arquitectura de referencia ARDIN [40].

2. **Segunda dimensión:** un modelo empresarial integrado, el cual asiste al proceso de diseño de la empresa, soportando la toma de decisiones desde una perspectiva integrada.

3. **Tercera dimensión:** la formalización del proceso de construcción desde el modelo de las diferentes estructuras empresariales.

4. **Cuarta dimensión:** un conjunto de herramientas de soporte basadas en las tecnologías de la información, las cuales son una ayuda en el proceso de diseño, evaluación, implementación y control de la empresa integrada.

5. **Quinta dimensión:** la gestión eficiente del cambio para transformar y organizar los recursos empresariales (incluyendo recursos humanos, los cuales tienen diferentes objetivos, criterios, formación y cultura), en un sistema de mejora continua.

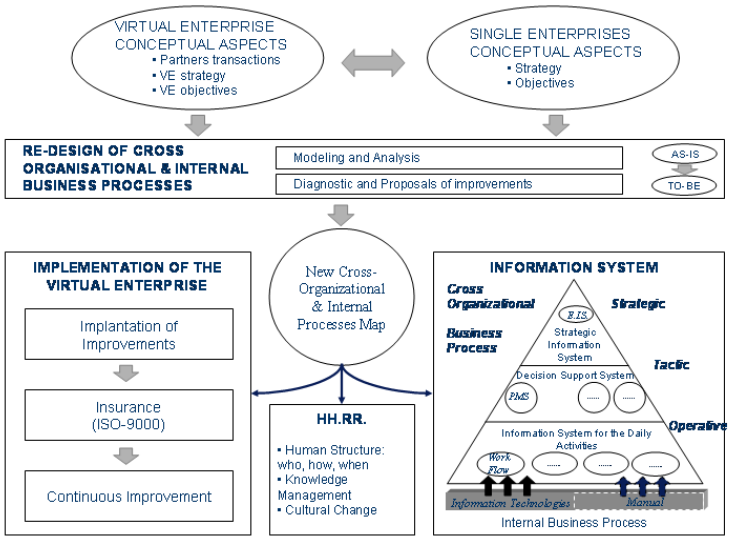

Figura 2.17: Las cinco dimensiones de la arquitectura de referencia ARDIN [40].

Cuadro 2.20: Componentes de la arquitectura ARDIN.

Metodologías	De integración de la empresa, de integración de la empresa virtual, para la implementación de un sistema de gestión del conocimiento
Lenguajes	IDEF0, GRAI, UML
Software	Grai Tools 1.0, UML Tools

2.4.2.9. Comparación de las arquitecturas de referencia

El gran número de arquitecturas de referencia existentes dificultan el proceso de selección de una determinada para la realización de una tarea específica de modelado. Puesto que la mayor parte de ellas están orientadas al concepto de ciclo de vida, pero sin embargo cubren distintas partes del mismo y además el conjunto de constructores y nomenclatura que utilizan para representar los modelos es diferente. Por ello a continuación se presentan los resultados de un análisis comparativo sobre las arquitecturas ARIS, CIMOSA, GRAI, IEM y PERA recogido en [122].

En el Cuadro 2.21 se muestra la comparación de estas arquitecturas teniendo en cuenta las diferentes fases del ciclo de vida definidas en GERAM. Como se puede observar en el cuadro la mayor parte de las arquitecturas siguen este ciclo de vida poniendo más énfasis sobre todo en la fase de definición de requisitos.

Cuadro 2.21: Comparación de arquitecturas en función del ciclo de vida (niveles de modelado) definido en GERAM [122].

GERAM	ARIS	CIMOSA	GRAI	IEM	PERA
Identificación	No definido	No definido	No definido	No definido	Identificación de Enterprise Business Entity (EBE)
Concepto	No definido	No definido	No definido	No definido	Capa de concepto EBE
Requisitos	Concepto de operación	Definición de requisitos	Análisis a nivel de concepto	Definición de requisitos	Capa de definición EBE
Diseño	Concepto de sistema informático	Diseño de especificación	Diseño orientado al usuario a nivel de estructura	Diseño del sistema	Capa de especificación EBE y de diseño detallado
Implementación	Implementación	Descripción de la implementación		Descripción de la implementación	Capa de manifestación EBE
Operación		(Operación)			Capa de operación EBE
Cambio sistema		Mantenimiento del modelo			Actualización del modelo

Además, la expresividad de los lenguaje de modelado es diferente tanto en el número de constructores como en su uso para el modelado empresarial. En el Cuadro 2.22 se presenta un comparación de los constructores de cada uno de los lenguajes empleados en estas arquitecturas frente al estándar ENV 12204.

Cuadro 2.22: Comparación de los constructores de los lenguajes de modelado [122].

Constructores	ENV 12204	ARIS	CIMOSA	GRAI	IEM	PERA
Definiciones generales	No definido	No definido	Entorno de ingeniería, Entorno de operación		No definido	EBE
Vista funcional (estática)	Actividad empresarial	Función	Dominio, actividad empresarial (función, operación)	Actividad (IDEF0)	Actividad, función, acción	Módulo de tareas
Vista funcional (dinámica)	Proceso de negocio, evento (relaciones secuenciales)	Cadena de procesos, eventos, conectores, cluster	Procesos (DP, BP)	No definido		No definido
Vista de decisión	No definido	No definido	No definido	GRAI Grid: Nivel decisional / Centro; LinkGRAI Net: Decisión/ No actividad decisional	No definido	No definido
Vista organizativa	Unidad de organización	Nivel org., unidad org., atributo, localización, red, nodo de red, unidad de red, recurso tecnológico	Celda org., unidad org., elemento org.	No definido	Case objeto: recurso especial	No definido
Vista de información	Objeto empresarial, producto, pedido, vista de objeto, relación	Entidad, atributo, relación, terminología, tabla, (cardinalidad, operadores)	Objeto empresarial, vista de objeto, (vista información), relación, (cardinalidad, operadores)	Modelo de información, entidad, relación	Clase objeto: producto, pedido, relación (operadores)	No definido
Vista de recursos	Conjunto de capacidades, recurso	Parte de la vista de org.	Conjunto de capacidades, recurso / entidad funcional	No definido	Clase objeto: recurso	No definido
Nº de constructores	11	17	11	9	10	1

2.4.3. Marcos generales

En esta sección se presentan marcos generales para el modelado empresarial, los cuales proponen un enfoque general para desarrollar modelos empresariales pero no disponen de todos los elementos que les harían ser considerados una arquitectura de referencia. Considerando el tratamiento que estos enfoques hacen del conocimiento, cabe destacar que ninguno de ellos lo aborda directamente. En general el marco más útil puede ser el Zachman, ya que su sencillez, completitud y la posibilidad de mapearlo sobre otros enfoques lo hacen especialmente atractivo. El resto de marcos son el resultado de iniciativas de diversos departamentos de USA (DoDAF, TOGAF, TEAF, etc.) como repuestas a necesidades muy concretas que no aportan nada nuevo a los enfoques ya comentados.

2.4.3.1. Zachman Framework

John Zachman estableció en 1987 el primer marco para definir la arquitectura de un sistema de información, llamado inicialmente 'Framework for Information Systems Architecture', aunque actualmente es conocido como el marco Zachman. Este marco aplicado a la empresa proporciona una estructura lógica para clasificar y organizar las representaciones descriptivas de una empresa que son significativas para la gestión de la empresa así como para el desarrollo de los sistemas empresariales [207, 208].

En su diseño más simple el marco representa el diseño de artefactos que constituyen la intersección entre los roles en el proceso de diseño (propietario, diseñador y constructor), y las abstracciones del producto: lo que es y el material de qué está hecho (what, material), cómo funciona (how, process), y dónde los componentes se relacionan con otros (where, geometry). Adicionalmente, como se observa en la Figura 2.18, se añadieron los roles del planificador y el subcontratador; y otras abstracciones de producto relativas al quien (who), cuándo (when) y por qué (why) [94].

La principal ventaja de este marco es su propia sencillez, lo que lo hace fácilmente comprensible y aplicable por personal de la empresa no especializado. Además, está definido independientemente de cualquier metodología o herramienta lo cual le permite ser aplicado o mapeado con otros enfoques y lo hace útil en su orientación hacia el conocimiento. Su principal inconveniente es el elevado número de celdas resultantes, así como las relaciones entre ellas que no se encuentran lo suficientemente bien definidas [129].

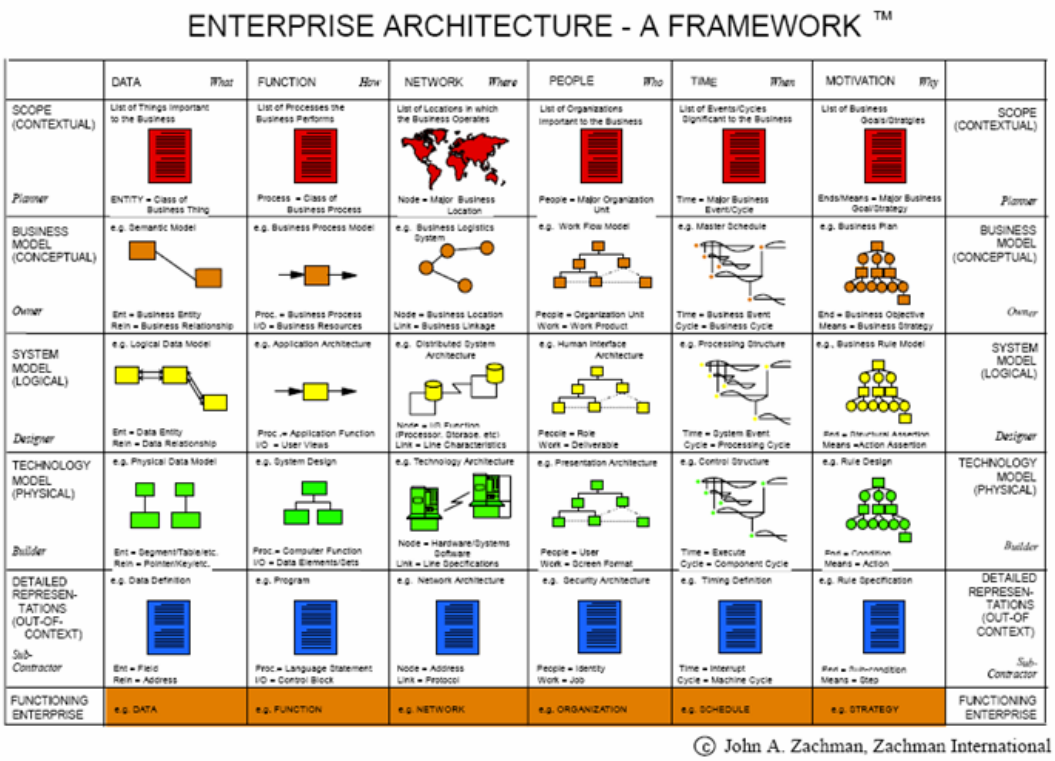

Figura 2.18: Zachman Framework [207, 208].

2.4.3.2. DoDAF

DoDAF es la versión actual (2003) del 'Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Architecture Framework' desarrollado en 1996 por el Departamento de Defensa de USA para asegurar un enfoque unificado común para describir las arquitecturas de los mandos, los servicios militares y las agencias de defensa. El C4ISR denominado 'Department of Defense Architecture Framework' (DoDAF) en la nueva versión, tiene un objetivo muy específico enfocado a la defensa, sin embargo puede ser extendido a arquitecturas de sistemas más generales. La descripción de la arquitectura DoDAF se establece como la integración de tres vistas principales: operacional, de sistema y técnica. Distintos conceptos y definiciones fundamentales (arquitectura, rol, sistema, etc.) son proporcionadas, además de un conjunto de guías y principios para construir descripciones arquitecturales, y un procedimiento de la descripción de la arquitectura en seis pasos [129].

2.4.3.3. TOGAF

'The Open Group Architecture Framework' (TOGAF) (ver Figura 2.19) originado como un marco y una metodología genéricos para el desarrollo de arquitecturas técnicas, ha sido desarrollado por el Open Group, formado por la fusión de X/Open Company Ltd. y el grupo Open Software Foundation. El desarrollo original de TOGAF en 1995 estaba basado en la 'Technical Architecture Framework for Information Management' (TAFIM), desarrollado por el Departamento de Defensa de USA. Actualmente, TOGAF ha evolucionado a un marco y método para la arquitectura empresarial que en la versión 8 se denomina 'Enterprise edition'. TOGAF consta de tres partes principales [48, 129]:

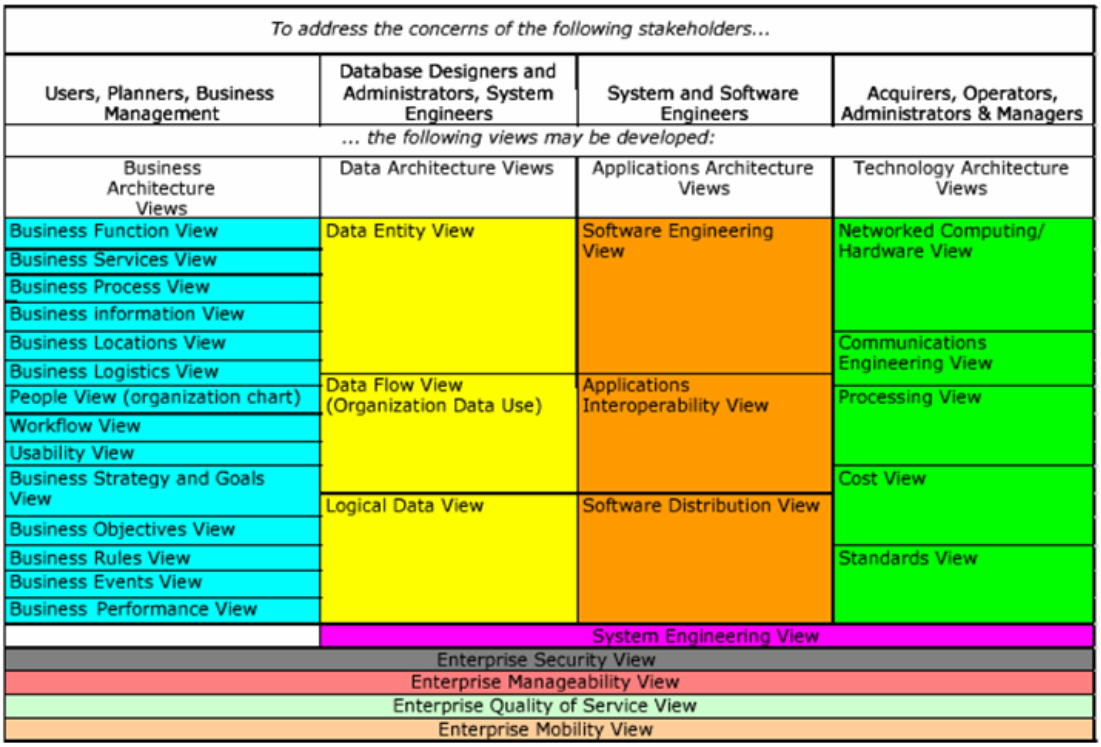

Figura 2.19: Vistas según el marco TOGAF [91].

1. **TOGAF Architecture Development Method (ADM):** el cual explica exactamente como conseguir a partir de una arquitectura básica o fundamental la arquitectura específica de una organización. Se considera el core de TOGAF y

establece una arquitectura empresarial global formada por cuatro arquitecturas interrelacionadas: de negocio, de datos/información, de aplicación y tecnológica.

2. **TOGAF Enterprise continuum:** que contiene la TOGAF Foundation Architecture y el Integrated Information Infrastructure Reference Model, los cuales proporcionan servicios y funciones genéricas que constituyen el fundamento sobre el cual se pueden construir arquitecturas específicas y bloques de construcción arquitectural.

3. **TOGAF Resource Base:** un conjunto de herramientas y técnicas disponibles para usar TOGAF y TOGAF ADM.

2.4.4. Metodologías

En [104] una **metodología de ingeniería empresarial** describe el proceso de la ingeniería e integración empresarial. Una metodología de ingeniería empresarial debe ser expresada en forma de un modelo de proceso o procedimiento estructurado con instrucciones detalladas para cada actividad de integración y de ingeniería empresarial. Estas metodologías pueden utilizar uno o más lenguajes de modelado empresarial. Su objetivo es proporcionar una guía para modelar la empresa para la producción eficiente y de modelos de alta calidad.

Según [197] existen pocas metodologías en este sentido definidas con un lenguaje de modelado empresarial específico. La mayoría de ellas son guías metodológicas aplicables al proceso de modelado independientemente de cualquier lenguaje. Por el contrario existen herramientas software que proponen o prescriben una metodología especifica para ser usada y ésta raramente está definida independientemente de la herramienta de soporte, por lo tanto no puede ser reutilizada independientemente de la herramienta. Por lo tanto, la mayoría de metodologías de este tipo están descritas bien en sus correspondientes arquitecturas de referencia (CIMOSA, GRAI, PERA, ARIS, etc.), o como estándares o marcos generales de modelado (GERAM, ISO/IEC 15288, etc.) [100].

2.4.5. Lenguajes

El modelado empresarial utiliza lenguajes de modelado que pueden ser informales (lenguaje natural), semiformales (lenguajes gráficos) o formales (lenguajes matemáticos) [45]. Siguiendo la definición de lenguaje de modelado proporcionada por [74], un **lenguaje de modelado empresarial** se puede definir como un lenguaje

con una sintaxis y semántica adecuadas, el cual puede ser interpretado y manipulado por un ordenador, y es capaz de generar modelos gráficos que representan varias dimensiones de una empresa. Estos lenguajes deben permitir construir el modelo de una empresa según diferentes puntos de vista: funcional, organizativo, de proceso, de decisión, económico, etc. de manera integrada.

Además, estos lenguajes definen los constructores de modelado genéricos para el modelado empresarial adaptado a las necesidades de la gente creando y utilizando modelos empresariales, según la definición proporcionada por GERAM [104]. En particular, los lenguajes de modelado empresarial proporcionan constructores para describir y modelar roles humanos, procesos operacionales y sus contenidos funcionales así como información de soporte, y tecnologías de la producción.

Actualmente existen gran cantidad de lenguajes de modelado empresarial y han sido ampliamente descritos en varios estados del arte sobre modelado empresarial llevados a cabo en el marco de varios Proyectos Europeos [13, 100, 106, 197], y en otros trabajos, como por ejemplo en [5] donde se hace un análisis de los principales lenguajes para el modelado de procesos de negocio. A continuación, se presenta un breve resumen de los lenguajes revisados en estos proyectos[3] (ver Cuadro 2.23, 2.24 y 2.25) divididos en tres categorías [88].

1. Lenguajes de modelado empresarial tradicional.
2. Lenguajes definidos para el intercambio.
3. Lenguajes basados en XML o UML.

Los cuadros muestran las herramientas de modelado empresarial asociadas a ellos (Enterprise Modelling Tools, EMT); las metodologías (Enterprise Modelling Methodologies, EMM), enfoques o estándares soportados por ellos; su propietario y su pagina web. En lo referente al conocimiento, cabe destacar que ninguno de los lenguajes presentados en esta sección proporciona constructores específicos para el modelado del conocimiento como tal.

2.4.5.1. Lenguajes de modelado empresarial tradicional

Teniendo en cuenta la base definida por los estándares sobre modelado empresarial los requisitos a alcanzar por los lenguajes de modelado empresarial serían [22]:

[3]Los lenguajes presentados junto con su correspondiente arquitectura de referencia en la Sección 2.4.2 aparecen también en los cuadros de esta sección, sin embargo su descripción solo se muestra en la citada sección.

- **Permitir los tres tipos fundamentales de flujos dentro y entre empresas:** material, información y decisión o control.
- **Permitir las cuatro vistas de modelado fundamentales:** funcional, de información, de recursos y organizativa.
- **Permitir tres niveles de modelado:** definición de requisitos, especificación del diseño y descripción de la implementación.

El Cuadro 2.23 muestra los lenguajes de modelado empresarial que permiten representar los tres requisitos arriba mencionados. Este tipo de lenguajes podrían ser denominados como **lenguajes tradicionales de modelado empresarial**. A continuación, en las siguientes secciones se presenta una breve descripción de cada uno de ellos.

Cuadro 2.23: Principales lenguajes de modelado empresarial tradicional.

EML	**EMT**	**EMM**	**Propietario**	**www**
ARIS Language	ARIS Process Platform	ARIS UML 1.4	IDS Scheer AG	www.ids-scheer.com
CIMOSA			CIMOSA Association e.V.	www.cimosa.de
	First step designer			www.interfacing.com
	CimTool			www.rgcp.com
GRAI	GraiTools	GIM	LAP/GRAI	www.graisoft.com
IDEF	IDEF Tools Business Modelling Workbench	IDEF Methodology	KBS	www.kbsi.com www.idefine.com
	System Architect			www.popkin.com
IEM	MO^{2}GO	IPK Procedure	IPK	www.ipk.fhg.de
ITM/BPM/UML	Metis	Zachman Framework TOGAF 8 UML 2.0 DoDAF (C4ISR) TEAF/FEAF	Computas AS	www.computas.com
MEML	Metis	EEDO Methodology	Computas AS	www.computas.com
Petri Nets	www.daimi.au.dk/PetriNets/tools/		Petri Nets Steering Committee	

IDEF (Integrated DEFinition methods). Los métodos IDEF [101] son utilizados para crear representaciones gráficas de varios sistemas, analizar el modelo, crear el modelo de una versión deseada del sistema, y ayudar en la transición desde uno a otro. Dependiendo del método IDEF utilizado, existen diferentes sintaxis para representar los modelos. El elemento más representativo de la metodología IDEF es el genérico diagrama IDEF0 (un metamodelo). IDEF0 permite al usuario representar una vista del proceso incluyendo las entradas, salidas, controles y recursos, lo cual se conoce como ICOMs (inputs, controls, outputs y mechanisms). En la actualidad existen 16 diagramas IDEF (desde el IDEF0 hasta el IDEF14, con una extensión del IDEF1 que modela la información a IDEF1X que modela los datos), para modelar considerar diferentes elementos empresariales como la simulación, la organización o la auditoría de sistema de información. Desde el punto de vista del conocimiento el diagrama más interesante es el IDEF5, propuesto para la captura de la descripción de ontologías.

MEML. Este lenguaje proviene del EEML desarrollado en EXTERNAL [127] y de la versión previa de MEML 1.0, siendo conforme a UEML. Ha sido desarrollado para soportar el modelado empresarial y de procesos a lo largo de un gran numero de capas. Las cuatro capas de interés son: Generic Task Type, Specific Task Type, Manage Task Instances y Perform Task Instances. El lenguajes de modelado actualmente incluye cuatro dominios de modelado, además de los mecanismos de modelado general y primitivas proporcionadas por Metis, como son los diagramas swimlane: modelado de procesos, modelado de recursos, modelado de objetivos, modelado de datos (actualmente implementado con el diagrama de clases de UML).

Petri nets. Inicialmente desarrolladas por CA Petri para la especificación de sistemas concurrentes (paralelos). Los beneficios reconocidos en el contexto del modelado empresarial de las redes de Petri son el poder de modelar (compartición de recursos, conflictos, exclusión mutua, concurrencia, no-determinismo, modelado visual); de análisis (detección de puntos muertos, análisis de cuellos de botella, animación, simulación); y la generación de código para el control de sistemas de producción. Sin embargo, sus principales inconvenientes están relacionados con el tamaño de la red en los problemas del mundo real; la dificultad de comprensión de los modelos debido a su semántica operacional y a la falta de mecanismos de abstracción; y finalmente, la generación de código en sistemas distribuidos es difícil puesto que información que puede permanece escondida o no representada puede llegar a generar código ineficiente. A pesar de ello, este lenguaje puede ser un buen ejemplo de cómo el modelado empresarial en lo referente al conocimiento puede basarse en mecanismos más formales que permitan incorporar mayor semántica a los modelos.

Cuadro 2.24: Principales lenguajes definidos para el intercambio.

EML	Propietario	www
BPML	BPMI	www.bpmi.org
PIF	PIF Working Group	ccs.mit.edu/pifwg.html
PSL	NIST	www.mel.nist.gov/psl
UEML	UEML European Project	www.ueml.org
XPDL	WfMC	www.wfmc.org

2.4.5.2. Lenguajes definidos para el intercambio

El Cuadro 2.24 muestra lenguajes que podrían ser considerados como lenguajes de modelado empresarial, pero que han sido desarrollados inicialmente para facilitar diferentes tipos intercambio. A continuación, se muestra una breve descripción de los mismos.

BPML (Business Process Modelling Language). Es un metalenguaje para el modelado de los procesos de negocio, así como XML es un metalenguaje para el modelado de los datos de negocio. BPML proporciona un modelo de ejecución abstracto para los procesos de negocio transaccionales colaborativos basado en el concepto de una maquina de estados finitos transaccional.

PIF (Process Interchange Format). Una descripción de un proceso PIF consta de un fichero de objetos, tales como actividad, actor y recurso. Cada objeto en el fichero tiene un identificador único al que otros objetos pueden hacer referencia. Cada tipo de objeto (o clase) tiene un particular conjunto de atributos definidos por él; cada atributo describe algún aspecto del objeto.

UEML (Unified Enterprise Modelling Language). El principal objetivo de este lenguaje es proporcionar a la industria un lenguaje de modelado empresarial unificado y extensible. El concepto de UEML[4] apareció en 1997 en el marco del ICEIMT (Torino Conference) organizado en cooperación con el NIST.

[4]En la Sección 2.4.6.1 se presenta una descripción más detallada del Proyecto UEML y en la 2.4.7.2 del metamodelo correspondiente.

Cuadro 2.25: Principales lenguajes basados en XML o UML.

EML	EMM	Propietario	www
BPDM		OMG	www.omg.org
ebXML	XML	OASIS	www.ebxml.org
UML Profile for EAI	UML 1.4	OMG	www.omg.org
UML Profile for EDOC	UML 1.4	OMG	www.omg.org

XPDL (XML Process Definition Language). El Workflow Management Coalition (WfMC) ha identificado cinco interfaces funcionales para el servicio del workflow como parte de su programa de estandarización. Esta interfaz incluye un metamodelo común para describir la definición del proceso (esta especificación) y además un esquema XML para el intercambio de las definiciones de procesos.

WPDL (Workflow Process Definition Language). Definido por el WfMC, WPDL es un metalenguaje para el intercambio de modelos de procesos de workflow mediante un procedimiento batch (importación/exportación de modelos de procesos). El diseño del lenguaje está basado en un metamodelo mínimo que define los componentes elementales que tienen que ser soportados por una herramientas que lee o/y escribir WPDL. Este metamodelo mínimo puede ser extendido por los proveedores de software mediante extensiones. El concepto clave de WPDL es la definición de un proceso de workflow que está compuesto de una o varias actividades del proceso de workflow.

2.4.5.3. Lenguajes basados en XML o UML

Los lenguajes mostrados en el Cuadro 2.25 y de los cuales a continuación se presenta un breve resumen están basados en estándares tales como XML o UML, y podrían ser utilizados como lenguajes de modelado empresarial.

BPDM (Business Process Definition Metamodel). Este metamodelo proporciona un lenguaje común para describir los procesos de negocio independientemente de la forma de implementación. Esto no significa que los modelos sean abstractos en lo referente a los detalles de ejecución, sino al contrario su objetivo es describir procesos ejecutables, estos modelos intentan abstraerse de los mecanismos o plataformas de implementación específicas. La estandarización está todavía en progreso.

ebXML (Electronic Business using eXtensible Markup Language). Es un conjunto modular de especificaciones que permite a las empresas de cualquier tamaño y de cualquier situación geográfica dirigir su negocio sobre INTERNET. Usando ebXML ahora las empresas tienen un método estándar para intercambiar mensajes de negocio, dirigir las relaciones comerciales, comunicar datos en términos comunes y definir y registrar los procesos de negocio.

UML Profile for EAI (Enterprise Application Integration). Intenta resolver el problema de la EAI definiendo y publicando un estándar para el intercambio de metadatos para la información accediendo a las interfaces de las aplicaciones. El objetivo es simplificar la integración a nivel de aplicación estandarizando los metadatos de la aplicación para invocar y traducir la información de la misma.

UML Profile for EDOC (Enterprise Distributed Object Computing). Proporciona un marco de modelado para describir como los objetos son utilizados para implementar sistemas empresariales. Está basado en UML 1.4 y es conforme a la Model Driven Architecture del OMG.

2.4.6. Proyectos relacionados con el modelado empresarial

A nivel europeo existen numerosos proyectos relacionados con el modelado empresarial. En este apartado se presentan cuatro de los más recientes y relevantes en este contexto, primero, por la participación de las principales empresas e institutos de investigación que aportan soluciones de modelado empresarial y, segundo, porque recogen el background de proyectos previos como por ejemplo EXTERNAL [127].

UEML [174, 197] e IDEAS [12, 100], son dos proyectos europeos ya finalizados, cuyo objetivo entre otros era el realizar un repaso exhaustivo de las metodologías, lenguajes, herramientas, etc. existentes en el ámbito del modelado empresarial. Otros proyectos posteriores, como ATHENA [13, 76] e INTEROP [58, 106], se planteaban este mismo objetivo entre otros. A continuación, se presenta un descripción de los objetivos y marcos de cada uno de los proyectos en lo referente al modelado empresarial.

2.4.6.1. UEML

UEML (Unified Enterprise Modelling Language) [197] es una red temática financiada por la Unión Europea dentro de la acción IST del 6º Programa Marco

(FP6), desde marzo de 2002 hasta mayo de 2003. El proyecto pretendía contribuir a resolver el problema derivado de la existencia de múltiples lenguajes y herramientas de modelado empresarial, que aun modelando aspectos similares de la empresa eran incapaces de comunicarse o interoperar entre sí.

El principal objetivo a largo plazo era la definición de un lenguaje de modelado empresarial unificado[5], el Unified Enterprise Modelling Language (UEML), que pudiera convertirse en un estándar de intercambio entre las herramientas de modelado empresarial (ver Figura 2.20). Los requisitos propuestos para este lenguaje eran:

- Proporcionar un lenguaje basado en plantillas que pudiera ser utilizado en la mayoría de herramientas software comerciales de workflow y de modelado empresarial.
- Proporcionar mecanismos estandarizados para compartir modelos de conocimiento e intercambiar modelos de empresas entre proyectos.
- Soportar la implementación de repositorios abiertos y desarrollables de modelos empresariales.

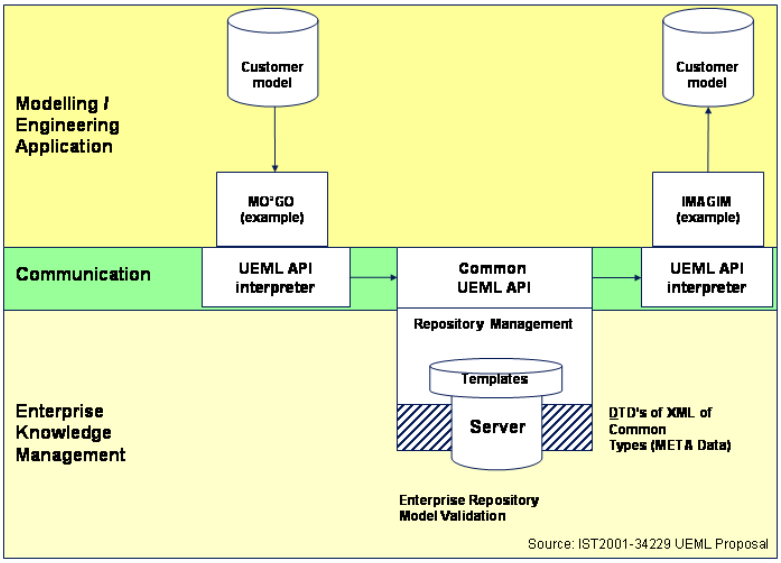

Figura 2.20: Visión del Proyecto UEML [197].

[5]Siguiendo le filosofía de UML (Unified Modeling Language).

Pero el objetivo inicial del proyecto no era desarrollar completamente y de manera definitiva UEML, sino realizar un estudio del mercado potencial para este lenguaje. Además, se pretendía definir la especificación de un embrión del mismo, así como validarlo, y demostrar y diseminar los conceptos relacionados con el mismo a fin de crear un contexto propicio para su adopción tanto a nivel científico como industrial, y concienciar a la comunidad científica europea sobre la necesidad de un lenguaje de este tipo, estableciendo las bases para su futuro desarrollo y estandarización.

El proyecto UEML estaba organizado en diferentes paquetes de trabajo o Work Packages (WP). El primero, estaba encaminado a establecer el **estado del arte en modelado empresarial** con la finalidad de determinar los principales lenguajes, marcos de referencia, herramientas y estándares que se estaban utilizando en el modelado empresarial. El segundo, tenía por objetivo **determinar y analizar las necesidades y requisitos** en relación con el modelado empresarial, como un input para la definición de los constructores de UEML. Para ello se recogieron requisitos provenientes de usuarios finales, de la industria y de organizaciones de investigación externas al proyecto. Estos requisitos se definieron desde diferentes perspectivas y nivel de detalle, para luego priorizarlos, clasificarlos y establecer el modelo de requisitos de UEML. El tercero, establecía la **definición del lenguaje UEML** y, finalmente, existían otros tres paquetes cuyos objetivos eran la realización de un **portal de demostración de UEML**, la **diseminación** de los resultados y la **gestión del proyecto**.

El análisis del estado del arte en modelado empresarial pretendía determinar la capacidad y limitaciones de la tecnología, lenguajes y metodologías de modelado, para responder a las necesidades impuestas por el nuevo entorno de negocio y determinar los requisitos de investigación y desarrollo en este campo para cubrir mejor dichas necesidades. Por lo tanto, el marco definido en el proyecto UEML para la comparación de los diferentes modelos empresariales, se basó en los dos principales marcos generales de modelado, GERAM y Zachman Framework, a partir de los cuales se adaptaron y definieron las siguientes dimensiones:

- **Dimensión de los componentes del mundo de la ingeniería empresarial:** en el cual se definen cuatro niveles: instancias de empresas; modelos de empresas; lenguajes de modelado de empresas y metodologías de ingeniería empresarial; y lenguajes de metamodelado de empresas y metodologías para la definición de metodologías de ingeniería empresarial.
- **Dimensión del ciclo de vida de la empresa:** se refiere a los diferentes estados de definición de la empresa durante su vida así como a las actividades llevadas a cabo para conseguir estos estados. Las fases que se consideran son: inicialización y definición de objetivos; definición de requisitos; diseño; e implementación.

- **Dimensión de generalidad:** distinguiendo tres grados: genérico, parcial y particular.
- **Dimensión de vistas:** se definen las vistas de proceso o función, de información, de recursos y de organización.

El estudio del arte realizado incluía tres elementos esenciales para la construcción y uso de los modelos de empresa, como son:

- Metodologías de modelado empresarial.
- Lenguajes de modelado empresarial.
- Herramientas de ingeniería empresarial.

Además, y ya que el objetivo era definir un lenguaje de modelado empresarial, el UEML, se estudiaron elementos relacionados con la definición de lenguajes de modelado empresarial y enfoques relativos a la traducción de modelos entre diferentes lenguajes y las relaciones existentes entre diferentes lenguajes. El objetivo era que UEML no se convirtiera en otro lenguaje más modelado que añadir a la lista de los existentes, sino en un lenguaje estándar común que sirviera para intercambiar modelos generados con distintos lenguajes entre diferentes herramientas de modelado empresarial.

En consecuencia a las conclusiones sobre el estado del arte en modelado empresarial obtenidas en el proyecto, UEML tenía que ser un formato de intercambio común pero que no podía ser descrito independientemente de los mapeados entre los lenguajes de modelado empresarial. Por tanto, UEML requiere la definición explícita de los metamodelos de los lenguajes implicados y del mapeado entre sus conceptos. Para evitar que UEML se convierta en otro lenguaje más en el gran conjunto de lenguajes existentes, se necesita también mejorar la interoperabilidad entre las herramientas de modelado empresarial. Además, UEML tiene que tener en cuenta los nuevos lenguajes emergentes y hacer que sean viables con su propia evolución. Por lo tanto, los objetivos del UEML a largo plazo son proporcionar los conceptos y herramientas que puedan conseguir:

- Interoperabilidad entre las herramientas de soporte existentes así como con las nuevas que puedan aparecer.
- Integración bien fundamentada entre los distintos lenguajes de modelado.

- Modelos globales consistentes en los cuales puedan además ser integradas las distintas metodologías.
- Mejora de las metodologías existentes y definición de nuevas.

Estos objetivos determinan los requisitos del enfoque UEML, el cual tiene que habilitar conceptos, métodos y herramientas para definir:

- Lenguajes de modelado empresarial (los existentes, los emergentes o nuevos, UEML, sus extensiones).
- Relaciones entre los distintos lenguajes de modelado empresarial existentes y UEML, y relaciones entre los modelos creados con los diferentes lenguajes y UEML.
- Metodologías asociadas a los lenguajes de modelado empresarial y metodologías para usar UEML.
- Una arquitectura abierta que proporcionará una plataforma multilenguaje para el modelado empresarial centrada en UEML.

Todo ello haciendo que las herramientas desarrolladas sean capaces de enlazarse con las herramientas de desarrollo de aplicaciones y software empresarial. Y de modo que los modelos de la empresa sean desarrollados independientemente de los existentes o futuros sistemas informáticos.

Los principales resultados del proyecto UEML se pueden concretar en:

- Un **conjunto de requisitos** proporcionados por expertos y usuarios en el modelado empresarial.
- Una **estrategia** para construir un metamodelo integrado a partir de los metamodelos de los lenguajes de modelado empresariales existentes, aplicado solo a tres lenguajes de modelado IEM, GRAI y EEML.
- Un **metamodelo integrado descrito en UML** (solo el diagrama de clases), es decir, una manera de describir la sintaxis abstracta de un lenguaje, con mapeados semánticos hacia y desde los tres lenguajes de modelado (IEM, GRAI y EEML).
- Una **metodología** completa para tener en cuenta los requisitos para el desarrollo de metamodelos.

2.4.6.2. IDEAS

IDEAS (Interoperability Development for Enterprise Application and Software) [100] es una red temática sobre el desarrollo de la interoperabilidad entre aplicaciones empresariales financiada por la Unión Europea dentro del 5º Programa Marco (FP5). Sus objetivos se pueden sintetizar en:

- Elaborar un mapa estratégico en el contexto de la interoperabilidad del software y las aplicaciones empresariales para los próximos 10 años.
- Proponer a la Unión Europea una estructura y organización para apoyar la implementación de este mapa estratégico en el 6º Programa Marco (FP6).

Estos objetivos se concretan en cinco acciones específicas:

- Elaborar el estado del arte y los requisitos de usuario en las áreas tecnológicas dentro del ámbito de la interoperabilidad: arquitecturas y plataformas tecnológicas, modelado de la empresa, y ontologías.
- Definir un mapa estratégico y la visión en el dominio de la interoperabilidad entre aplicaciones empresariales para los próximos diez años.
- Proponer a la Unión Europea una estructura y organización para apoyar la implementación de este mapa.
- Definir herramientas de gestión para guiar la implementación del mapa basada en las utilidades propuestas por la Unión Europea para el FP6.
- Diseminar los resultados y crear un amplio consenso en este tema a nivel europeo.

La interoperabilidad se define por la IEEE como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y usar esa información que ha sido intercambiada [102]. Se considera que se ha alcanzado la interoperabilidad si la interacción tiene lugar en todos los niveles de las empresas, es decir, a nivel de negocio, conocimiento y tecnologías de la información y comunicación, y la semántica puede ser utilizada para alcanzar un entendimiento común entre las empresas colaborativas [46, 47, 59, 65].

En la red IDEAS la definición de interoperabilidad está enfocada hacia la habilidad de las aplicaciones de software empresarial (Enterprise Software Applications, ESA) para interactuar unas con otras. Por lo tanto, en este proyecto se plantea el estudio de la interoperabilidad en tres niveles:

- **Arquitecturas y plataformas:** para definir un marco para la interoperabilidad.
- **Modelado empresarial:** modelando organizaciones interconectadas a fin de establecer las necesidades o requisitos de la interoperabilidad.
- **Ontologías:** para determinar la semántica necesaria para asegurar la interoperabilidad.

La Figura 2.21 presenta un esquema que muestra la relación de los paquetes de trabajo o Work Packages (WP) definidos en la red para llevar a cabo los objetivos propuestos.

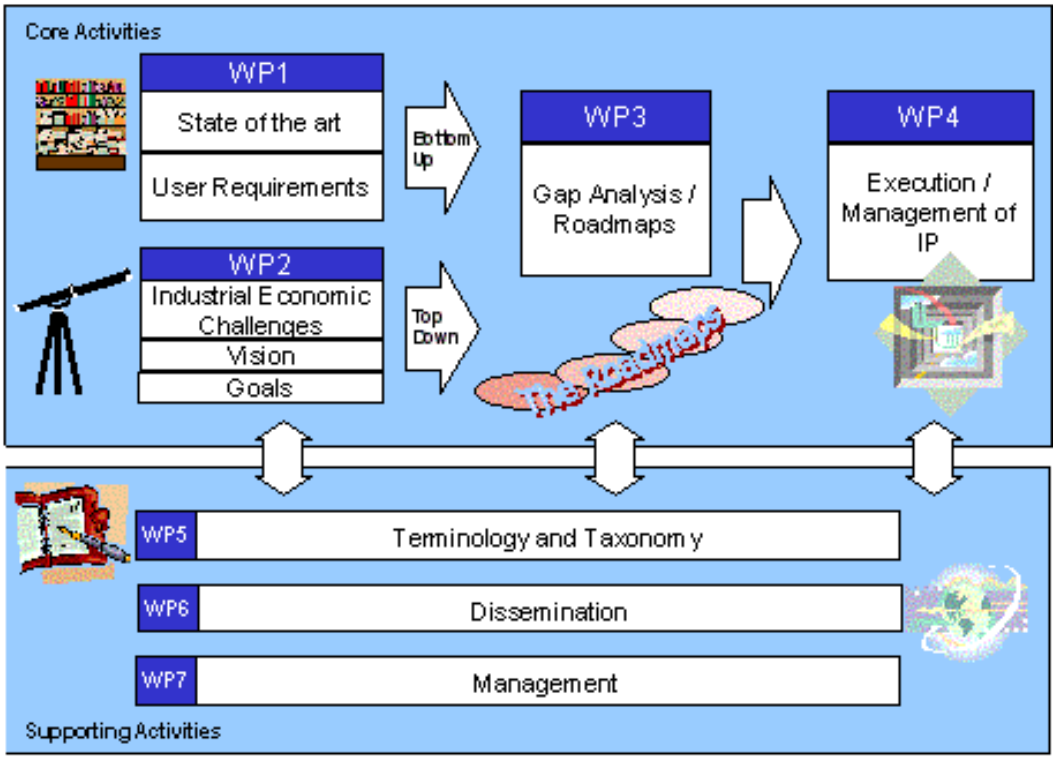

Figura 2.21: Relación entre los paquetes de trabajo de la red temática IDEAS [100].

El objetivo del primer paquete de trabajo era realizar un estudio exhaustivo del estado del arte en interoperabilidad empresarial en los tres niveles definidos por el proyecto: arquitecturas, modelado empresarial y ontologías. La finalidad era por una parte determinar cual era el alcance en cuanto a la interoperabilidad en estas tres áreas (HAVE o AS-IS). Y por otra, definir los requisitos de usuario necesarios en cada uno de los niveles planteados (WANT o TO-BE). Los resultados de este

estudio constituían la entrada para el tercer paquete de trabajo, cuyo objetivo era determinar cuales eran los déficits que existían en el ámbito de la interoperabilidad empresarial, realizando un análisis comparativo entre el estado actual y el deseado. El segundo, estaba encaminado a elaborar una visión de los retos que se planteaban en interoperabilidad según el entrono socio-económico actual para los próximos diez años teniendo en cuenta diferentes puntos de vista: de negocio, gobierno, proveedores de soluciones tecnológicas, etc. Luego, el objetivo era generar un mapa estratégico sobre interoperabilidad, que tuviera en cuenta los déficits detectados en el paquete de trabajo número tres y la visión para los próximos diez años elaborada en el dos. El resto de paquetes de trabajo estaban relacionados con el futuro modelo de gestión de los proyectos de investigación financiados por la Unión Europea, y en tareas de gestión y diseminación de los resultados del propio proyecto IDEAS.

El modelado empresarial se define en IDEAS como el arte de externalizar el conocimiento de la empresa, es decir, de representar la empresa en términos de su organización y sus operaciones (procesos comportamiento, actividades, información, objetos, etc.). La principal finalidad del mismo es hacer explícitos hechos y conocimientos que añadan valor a la empresa o puedan ser compartidos por las aplicaciones empresariales y los usuarios con la finalidad de mejorar el rendimiento de la empresa. El modelado empresarial debe permitir construir el modelo de una empresa desde diversos puntos de vista: funcional, de proceso, organizativa, etc. de una forma integrada. Los objetivos del modelado empresarial deben ser según el proyecto:

- Servir de soporte para el análisis de la empresa, para entender y representar como la empresa trabaja, poder simular su comportamiento y tomar mejores decisiones.
- Servir para la integración empresarial y consecuentemente en la interoperabilidad, ya que la integración empresarial es necesaria para desarrollar la interoperabilidad de las de las aplicaciones empresariales. El modelado empresarial es un prerrequisito para la integración empresarial, puesto que algo para ser integrado y coordinado necesita ser primero de todo modelado [201].
- Servir para modelar la empresa independientemente de las aplicaciones empresariales o software existente o futuro.

En el proyecto IDEAS se define la interoperabilidad como la habilidad de interacción entre diferentes soluciones. Se considera que se ha logrado la interoperabilidad entre empresas si la interacción entre ellas tiene lugar a tres niveles: datos, aplicaciones y procesos de negocio. Según el **estándar ISO 14258**, las organizaciones pueden tener tres niveles de integración a nivel de modelado empresarial:

- **Integrado:** cuando existe un formato estándar para todos los componentes del sistema.
- **Unificado:** cuando existe un nivel formado por una metaestructura que une los modelos y proporciona equivalencias semánticas.
- **Federado:** cuando no existe un agente capaz de imponer unos requisitos para la equivalencia semántica de todos los modelo de una empresa. Se asume entonces que el mapping se ha de hacer a nivel de ontología, es decir, a nivel semántico. Esta última situación es la más probable en interoperabilidad, ya que la mayor parte de modelos no pueden ser estandarizados por razones económicas.

Los principales resultados del Proyecto IDEAS se presentan en el paquete de trabajo tres, el cual muestra los mapas de las líneas de investigación para los próximos 10 años, desarrollados a partir del análisis de los GAPs detectados en el proyecto para cada una de las áreas analizadas. En la Figura 2.22 se presenta el mapa conjunto para las áreas de modelado empresarial, ontologías, y arquitecturas y plataformas.

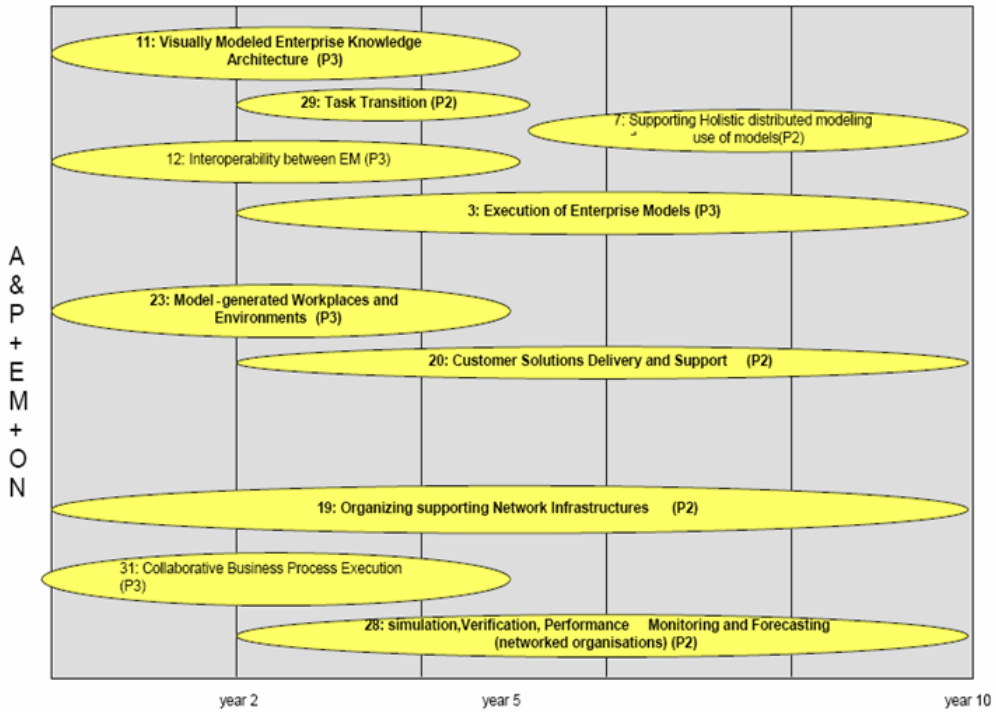

Figura 2.22: Mapa para las áreas de modelado empresarial, ontologías, y arquitecturas y plataformas [187].

2.4.6.3. ATHENA

ATHENA (Advanced Technologies for interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications) [13] es un Proyecto Integrado (IP) financiado por la Unión Europea dentro de la acción IST del 6º Programa Marco (FP6), que pretende eliminar las barreras que dificultan la interoperabilidad, proporcionando un extenso marco para la interoperabilidad. ATHENA se sitúa en un contexto en el cual las empresas se enfrentan a un entorno globalizado, el cual demanda de una mayor flexibilidad y colaboración entre empresas. Por lo tanto, la interoperabilidad de las aplicaciones y sistemas empresariales se convierte en el caballo de batalla para la mejora de la productividad y la competitividad de las empresas.

El marco propuesto en ATHENA será una fuente de soluciones técnicas que facilitarán la interoperabilidad, incluyendo prototipos, especificaciones técnicas, metodologías y mejores prácticas. En el proyecto se pretende trabajar de manera conjunta con la comunidad de fabricantes de soluciones informáticas, de manera que los resultados sean transferidos a la industria y se cree una nueva cultura de negocio basada en la interoperabilidad. Como medida para favorecer a largo plazo una creciente interoperabilidad entre las empresas, el Proyecto ATHENA tiene el objetivo de establecer el **Enterprise Interoperability Centre** (EIC). El proyecto está organizado en tres líneas de acción (ver Figura 2.23):

- **Línea de acción A:** Investigación y desarrollo enfocado a la tecnología.
- **Línea de acción B:** Comunidad de fabricantes enfocado al negocio.
- **Línea de acción C:** Gestión enfocada a la organización del proyecto.

La línea A que es la más enfocada a la investigación, se centra en las áreas de negocio, de conocimiento y sistemas TIC, las cuales coinciden con las tres capas que se pueden definir en una empresa (ver Figura 2.24):

- **Arquitectura de negocio:** reglas y políticas de negocio.
- **Arquitectura de conocimiento de la empresa:** procesos, organización, productos y sistemas.
- **Arquitectura TIC:** software y hardware utilizado.

En este marco, se define la interoperabilidad como la capacidad de un sistema o producto para trabajar con otros sistemas o productos sin especial esfuerzo por parte

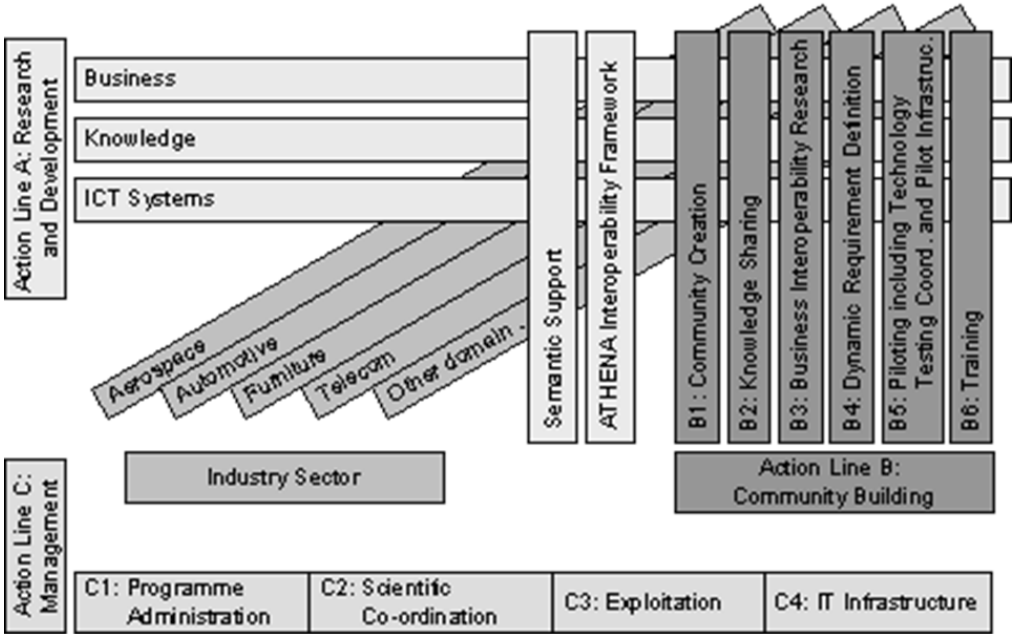

Figura 2.23: Organización de los proyectos integrados en el IP ATHENA [13].

del cliente. A nivel de aplicaciones y software empresarial se traduciría en la capacidad para interactuar, al menos en tres niveles: datos, aplicaciones y negocio empresarial. Esta línea de acción se concreta en los siguientes proyectos:

- **Proyecto A1:** Enterprise Modelling in the Context of Collaborative Enterprises.
- **Proyecto A2:** Cross-Organisational Business Processes.
- **Proyecto A3:** Knowledge Support and Semantic Mediation Solutions.
- **Proyecto A4:** Interoperability Framework and Services for Networked Enterprises.
- **Proyecto A5:** Planned and Customisable Service-Oriented Architectures.
- **Proyecto A6:** Model-Driven and Adaptive Interoperability Architectures.

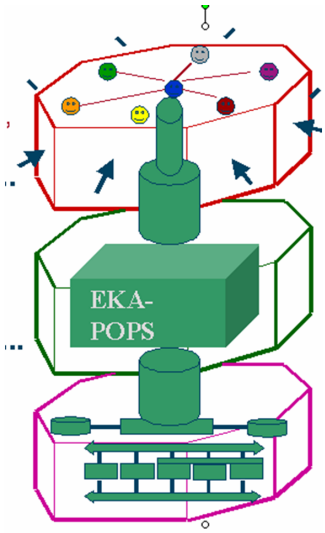

Figura 2.24: Estructura de la empresa en capas según ATHENA [13].

Proyecto A1: Enterprise Modelling in the Context of Collaborative Enterprises. El principal objetivo de este proyecto integrado en el IP ATHENA es el desarrollo de metodologías, lenguajes, plataformas de servicios, etc. que permitan establecer un marco de colaboración en la empresa extendida y en las organizaciones en red. Este proyecto a su vez se organiza en los siguientes siete paquetes de trabajo:

- **WP.A1.1:** State of the Art of industrial EM approaches to support enterprise interoperability.
- **WP.A1.2:** Requirements for Model-driven Collaborative Enterprises and Use-cases.
- **WP.A1.3:** Collaborative Enterprise Modelling Languages and Constructs.
- **WP.A1.4:** Establishing and Management Methodology of Model-driven Collaborative Enterprises.
- **WP.A1.5:** Development of Collaborative Modelling Platform to Enable and Manage Collaborative Enterprises.
- **WP.A1.6:** Validation of Results.
- **WP.A1.7:** Project Management.

A continuación, se realiza una breve descripción de los más relacionados con el presente trabajo. El primer paquete de trabajo tiene por objetivo realizar un estado del arte sobre el modelado empresarial en el ámbito de las empresas colaborativas. Una empresa colaborativa es una empresa en la cual los equipos trabajan conjuntamente a través de los límites de la empresa y sus fases del ciclo de vida, compartiendo resultados y conocimiento para mejorar la comprensión común y permitir mejores rendimientos y resultados de calidad.

El tercero está enfocado a la definición de una metodología y un lenguaje, el **POP***, mediante el cual se permita el intercambio de modelos empresariales realizados con diferentes lenguajes de modelado empresarial.

El quinto tiene por objetivo el desarrollar una Model Platform for Collaborative Enterprise (**MPCE**). La MPCE será una arquitectura que permitirá a las empresas integrar sus aplicaciones con sus herramientas de modelado y modelos, creando finalmente workplaces. La idea es generar una plataforma que permita mediante el lenguaje POP* crear un repositorio de modelos en el que se encuentren todos los modelos de la empresa. POP* permitirá transformar cualquier modelo que la empresa pueda haber creado con diferentes tipos de herramientas y lenguajes y almacenarlo en dicho repositorio. Por encima del repositorio de modelos se implementará una capa de servicios los cuales constituirán el Enterprise Knowledge Architecture (**EKA**). El cual proporcionará servicios de gestión del repositorio, de administración y de soporte al modelado. Por lo tanto, el EKA estará conectada con la capa del POP*, la cual a su vez debe estar integrada con las infraestructuras de informáticas y de comunicación de la empresa. A su vez los servicios de soporte al modelado deben permitir generar a partir de los modelos generados en la empresa workplaces que sean útiles a los usuarios.

2.4.6.4. INTEROP

INTEROP (Interoperability Research for Networked Enterprises Applications and Software) [106] es una Red de Excelencia financiada por la Unión Europea dentro de la acción IST del 6º Programa Marco (FP6) iniciada en noviembre de 2003 por un periodo de tres años y medio. Su principal objetivo es crear las condiciones para una investigación innovativa y competitiva en el ámbito de la interoperabilidad de las aplicaciones y software empresarial. El proyecto pretende facilitar una investigación emergente en cuanto a interoperabilidad en la fusión de tres áreas de conocimiento:

- **Arquitecturas y tecnologías** para proporcionar marcos de implementación.
- **Modelado empresarial** para definir los requisitos de la interoperabilidad.

- **Ontologías** para identificar la interoperabilidad a nivel semántico en la empresa.

Los principales objetivos y en relación con ellos los resultados esperados de esta Red de Excelencia se pueden resumir en:

1. Crear un laboratorio virtual temático en el Dominio de Investigación Europeo sobre la interoperabilidad de las aplicaciones empresariales, dedicado tanto a una audiencia de investigación como industrial.
2. Crear las condiciones de transferencia de tecnología competitiva proporcionando una ascendente conceptualización de la interoperabilidad guiada por el negocio, teniendo como fin último el estudio de la interoperabilidad en las tres áreas de conocimiento mencionadas. Mientras la principal meta de INTEROP en cuanto a este objetivo es el de impactar el conocimiento, la educación y la formación, el de ATHENA es el de impactar el negocio de las empresas.
3. Integrar el conocimiento, llevando a cabo un enfoque multidisciplinario para conseguir la interoperabilidad basada en el negocio.

La organización de la Red de Excelencia se realiza desde un principio en hasta 12 paquetes de trabajo que se reparten en tres áreas de actuación: de integración, de actividades de integración de la investigación, y de diseminación. A partir de estos primeros paquetes de trabajo y una vez el proyecto se encuentra en ejecución se define una nueva estructura de programa de trabajo, en la cual se diferencia entre paquetes de trabajo (WP) orientados al dominio, y grupos de tareas (TG) orientados a la resolución de problemas (ver Figura 2.25).

- **Actividades de integración de investigación:** dominios de investigación.
  - **DI:** Interoperability (proveniente del WP6).
  - **DEM:** Enterprise Modelling (proveniente del WP5).
  - **DO:** Ontology and Ontology-based solutions for interoperability (proveniente del WP8).
  - **DAP:** Architecture & Platforms for interoperability (proveniente del WP9).
- **Actividades de integración de investigación:** grupos de tareas.
  - **TG1:** Synchronsation of models for Interoperability (proveniente del WP5).
  - **TG2:** Model Driven Interoperability (proveniente del WP7, WP9).
  - **TG3:** Model Morphisms (proveniente del WP5, WP6, WP7, WP9).

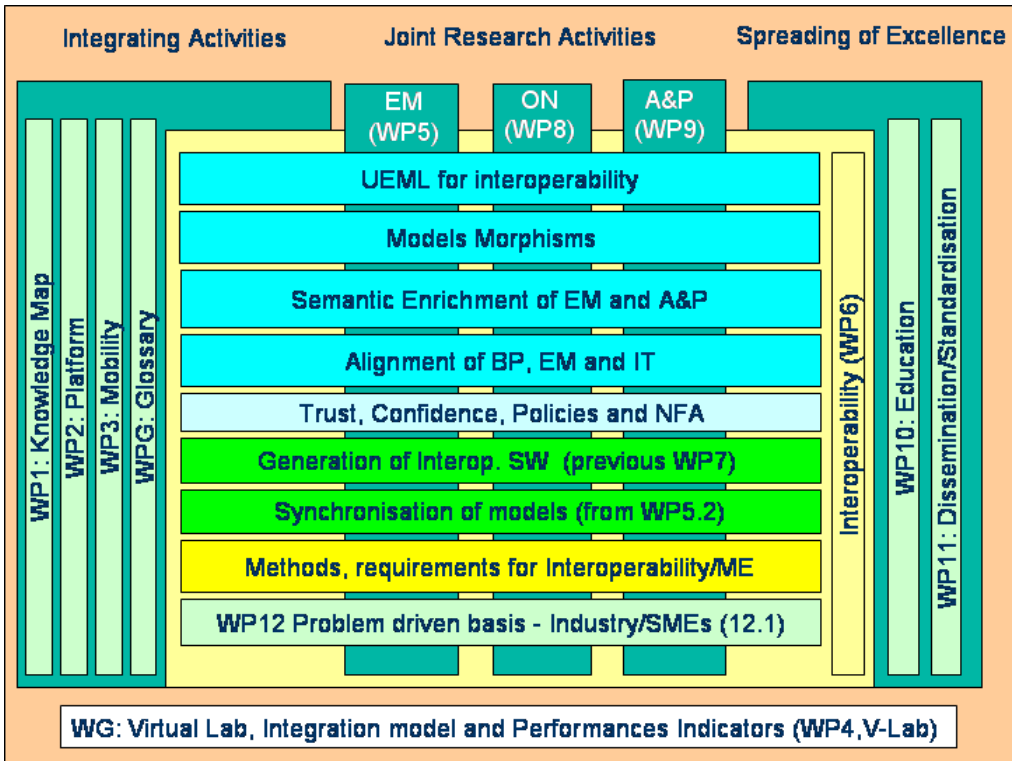

Figura 2.25: Organización del trabajo en la Red de Excelencia INTEROP entre los meses 13 y 36 de la planificación del proyecto [106].

- **TG4:** Semantic enrichment of EM and AP (proveniente del WP5, WP8, WP9).
- **TG5:** Alignment of BP/EM and IT (proveniente del WP5, WP9).
- **TG6:** Methods, requirements for Interoperability.
- **TG7:** Trust, Confidence, Policies / Non Functional Aspects (proveniente del WP9).

▪ **Actividades de integración**.

- **WP1:** Knowledge Map.
- **WP2:** Platform.
- **WP3:** Mobility.
- **WP4:** Scientific Integration (Extendido con el V-Lab).
- **WPG:** Glossary.

- **Laboratorio Virtual (V-Lab)**.
  - **WP4:** Scientific Integration.
- **Actividades de diseminación y de servicios a empresas**.
  - **WP10:** e-learning and European Master.
  - **WP11:** Dissemination.
  - **WP12:** Actions towards SMEs.

Durante la recta final del proyecto diferentes 'Task Forces' se definen para enfatizar los resultados esperados más relevantes de INTEROP:

- **V-Lab (Virtual Laboratory):** completitud del modelado sistemático de la Red de Excelencia iniciada en el WP4 del marco científico, técnico, legal, etc. para el establecimiento de un Laboratorio Virtual de INTEROP que sobrepase la duración de la Red de Excelencia.
- **TFET (Task Force for Educational Training):** impulso de la formación y educación en el tema de la interoperabilidad empresarial a través de la creación de un Máster Europeo sobre este tema a nivel académico y profesional, además de la creación de una plataforma de e-learning en la cual se promociona la formación sobre interoperabilidad a través de tutoriales y cursos web.
- **TFKI (Task Force for Knowledge Integration):** concentración e integración en una sola plataforma del portal de INTEROP para la gestión del proyecto e intercambios de los partners a través del Knowledge Map.

Por último, cabe destacar que siendo el modelado empresarial una de las tres áreas de conocimiento que la red pretende integrar con el fin de conseguir la interoperabilidad, éste está presente en numerosos paquetes de trabajo y grupos de tareas. Así por ejemplo, en un principio el **WP5**, que luego se convirtió en el **DEM** integraba el desarrollo de nuevas versiones de UEML entre uno de sus objetivos principales. Como principal resultado de esta investigación cabe destacar la obtención de dos nuevas versiones de UEML desarrolladas a partir del UEML 1.0 [197], la 2.0 y la 2.1 [20]. Las cuales han sido completadas con el 'UEML Meta-Meta Model', el cual se ha organizado en tres capas: Capa Ontológica, con la ontología UEML; Capa de Lenguaje, con los lenguajes, tipos de diagramas y constructores; y Capa de Constructores, con el mapping entre constructores y la ontologías [167, 168]. Y finalmente, con el EQF (Extended Quality Framework) con el propósito de definir estrategias para la selección y clasificación de lenguajes de modelado empresarial según objetivos específicos.

Por otra parte, tanto en el TG1 como en el TG2 el modelado empresarial es uno de los objetivos de la investigación de estos grupos. En el caso del **TG1**, el objetivo es conseguir la interoperabilidad a través de sincronización de modelos de forma que se complemente el enfoque de UEML, el cual permite el intercambio de modelos empresariales, haciendo que diferentes culturas o métodos de modelo puedan ser interoperables. En el caso del **TG2** [32, 33, 57], el principal objetivo es el de conseguir la interoperabilidad a través de un enfoque guiado por modelos en el cual la meta final es la generación de software a partir de modelos empresariales [80, 81, 90].

2.4.7. Metamodelos

Los enfoques de metamodelado han sido un campo de investigación activo durante los últimos 15 años, habiéndose encontrado numerosas áreas de aplicación en la industria de la tecnología de la información y el software. Algunas de estas aplicaciones son la Enterprise Model Integration (EMI) en el contexto de la Enterprise Application Integration (EAI), Model Integrated Computing (MIC), lenguajes de modelado específicos del dominio tales como Unified Modelling Language (UML) basado en las Meta Object Facility (MOF), el Unified Enterprise Modelling Language (UEML), y enfoques de desarrollo dirigido por modelos tales Model Driven Architecture (MDA). Además, los enfoques de metamodelado sirven como una tecnología base valiosa para integrar diferentes enfoques de modelado en un lenguaje de modelado específico [117]. Esta última funcionalidad es la considerada en esta sección.

Puesto que existen un gran número de lenguajes de modelado empresarial, la tarea de comparar e integrar los diferentes metamodelos que los definen sería muy costosa. Sin embargo, existen proyectos a nivel europeo e internacional que tienen entre otros este objetivo. En esta sección, se presentan tres de estos metamodelos relacionados con el modelado de la empresa a nivel conceptual, y que han sido seleccionados porque representan un consenso sobre los metamodelos de algunos de los principales lenguajes de modelado empresarial existentes. La principal finalidad es analizarlos para comprender cuales son los constructores y elementos que la mayor parte de estos lenguajes aportan en la actualidad.

Un metamodelo es un modelo que se utiliza para definir la sintaxis de un determinado lenguaje de modelado. Al igual que la mayor parte de lenguajes de programación existentes se definen mediante gramáticas, los metamodelos se utilizan en el contexto del modelado para definir, mediante el uso de modelos, los elementos que proporciona un lenguaje de modelado así como las relaciones entre ellos. Otro concepto importante en un enfoque de metamodelado, es el de meta-metamodelo. Un meta-metamodelo define los conceptos generales para la definición y el uso de

métodos, como por ejemplo, metamodelo, tipo de modelo, clase, relación, etc.; de forma que el metamodelo debe ser conforme a su meta-metamodelo. Además, estos meta-metamodelos deben tener un esquema semántico enlazado que puede ser descrito mediante enfoques tales como las ontologías, motores semánticos, etc. [117].

2.4.7.1. Metamodelo ODP

El metamodelo ODP está definido en el marco del estándar ISO/IEC 15414:2002 (Open distributed processing – Reference model – Enterprise language, RM-ODP) [109, 110]. El cual proporciona un marco de coordinación para la estandarización de procesos distribuidos abiertos (descrito con más detalle en la Sección 2.4.1.1).

La Figura 2.26 presenta una parte del metamodelo ODP definido en el estándar desde el punto de vista empresarial. Este metamodelo no está completo, pero es útil para comprender el puto de vista empresarial. El principal objetivo desde el punto de vista empresarial es identificar los roles y políticas de los objetos empresariales (o grupos de objetos) en términos de:

- Permisos.
- Prohibiciones.
- Obligaciones.
- Decisiones de seguridad.

El término objeto en ODP significa un modelo de una entidad. Una entidad es cualquier cosa de interés bien sea concreta o abstracta. Un objeto se caracteriza por su comportamiento y por su estado. Cuando el énfasis está puesto en el comportamiento, un objeto es informalmente llamado a recibir funciones y ofrecer servicios.

Una especificación de empresa según el sistema ODP es un modelo de ese sistema y de las partes relevantes de su entorno. Un concepto estructurado fundamental para la especificaciones de empresas es el de comunidad. Una comunidad es una configuración de objetos empresariales modelados como una colección de entidades que están sujetas a algún contrato implícito o explícito gobernando su comportamiento. El sistema ODP puede tener más de rol en una comunidad. Por lo tanto, las especificaciones empresariales describen dentro de las áreas de interés las especificaciones de los usuarios: roles cumplidos por el sistema ODP, actividades tomadas por el sistema ODP en los procesos en los cuales participa, y posicionamientos de políticas sobre el sistema, incluyendo las relacionadas con los contratos del entorno. Es decir, el alcance

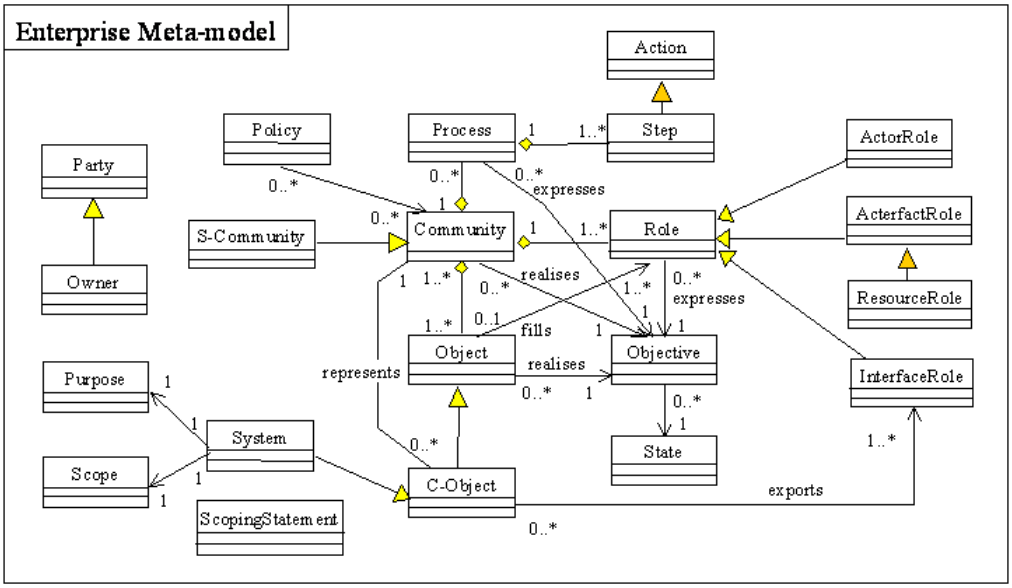

Figura 2.26: Modelo de referencia ODP [48].

del sistema se define en términos del comportamiento deseado y el lenguaje empresarial está expresado en términos de roles, procesos, políticas y sus relaciones.

2.4.7.2. Metamodelo UEML

El metamodelo UEML fue definido en su versión 1.0 en el marco del Proyecto UEML (ver Sección 2.4.6.1) y continuó el desarrollo de su nueva versión con la finalidad de mejorar sus prestaciones en el seno de INTEROP (ver Sección 2.4.6.4).

Los **requisitos** considerados para la definición del metamodelo de UEML se pueden dividir en dos grandes grupos, los cuales suponen el punto de partida para la estrategia de desarrollo de metamodelos después descrita:

- **Requisitos orientados a los usuarios**, en los cuales se recogen las necesidades y deseos de los usuarios, a fin de desarrollar una visión y misión común de UEML.
- **Requisitos orientados al lenguaje**, los cuales se elaboran a partir de los

anteriores, en un proceso asíncrono con la finalidad de elaborar un prototipo que sea evolucionable.

La Figura 2.27 muestra un diagrama que describe la estrategia para el desarrollo del lenguaje UEML. Es necesario recordar que el objetivo principal del proyecto no era desarrollar el lenguaje en su totalidad, sino establecer un 'core' que luego pudiera ser mejorado, reutilizado, ajustado y cambiado para desarrollar el UEML completo.

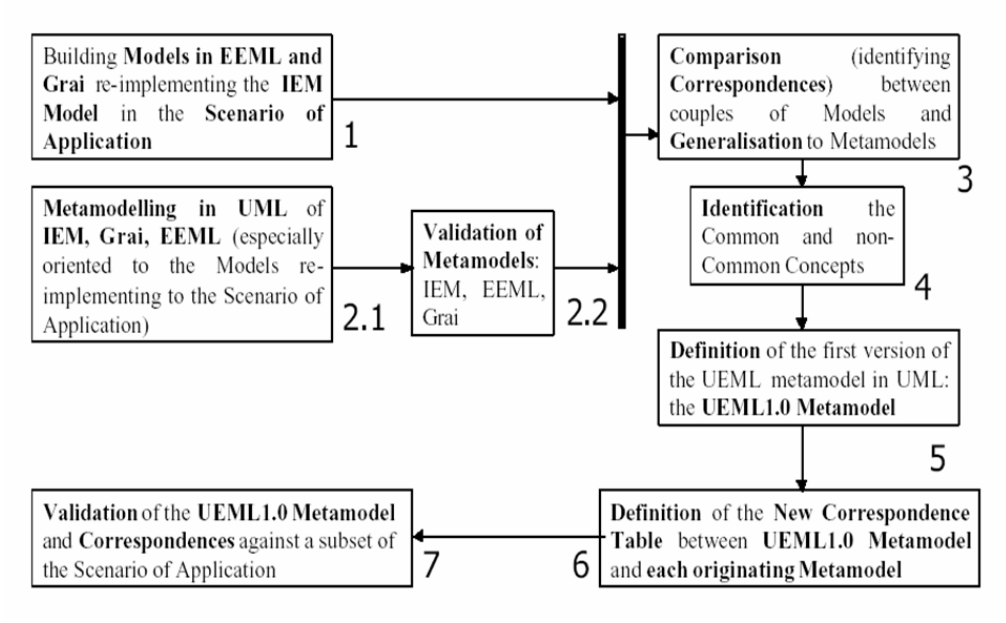

Figura 2.27: Estrategia para la definición de UEML [17].

Siguiendo la estrategia, en primer lugar se definió una parte central e inicial del lenguaje (denominada UEML 1.0) para posibilitar el intercambio de modelos entre tres herramientas de modelado existentes:

- **MO^{2}GO de IPK**, que soporta el lenguaje de modelado IEM.
- **e-Magim de Graisoft**, que soporta el lenguaje de modelado GRAI.
- **Metis de Computas**, que soporta el lenguaje de modelado EEML.

Para ello se utilizó el enfoque del metamodelo con la finalidad de describir las capacidades de los anteriores lenguajes de modelado, de manera que cada lenguaje se definió a través de su respectivo metamodelo. Como lenguaje de metamodelado se utilizó UML, principalmente por ser ampliamente conocido y utilizado tanto dentro como fuera del proyecto y porque se creía que era suficiente para describir las sintaxis de UEML.

La siguiente tarea consistió en la definición de correspondencias (o mapeados) entre los lenguajes de modelado escogidos, de manera que fuera posible el intercambio de modelos entre las diferentes herramientas antes mencionadas. Los mapeados se realizaron entre modelos realizados mediante los lenguajes seleccionados sobre un escenario de aplicación y luego se generalizaron a sus correspondientes metamodelos.

La finalidad de los mapeados era identificar los llamados elementos comunes y no comunes entre los lenguajes inicialmente seleccionados, para determinar los elementos que tendría el metamodelo de UEML. Estos elementos eran todos los identificados como comunes, más algunos de los no comunes. Finalmente, se establecieron correspondencias entre los tres metamodelos de los lenguajes de modelado y el metamodelo de UEML, y se validó éste mediante el escenario de aplicación.

En cuanto a la estrategia definida hay que señalar que el problema de decidir que otros lenguajes de modelado deben ser integrados en el proceso para definir UEML, se encuentra fuera del alcance de la misma. Esta decisión deberá ser adoptada, según los responsables del proyecto, por alguna organización independiente o de estandarización, y puede estar basada en el estado del arte realizado en el proyecto y sus sucesivas actualizaciones. Además, la estrategia realiza suposiciones como la existencia de escenarios, pero no se plantea cómo se eligen éstos o qué ocurre si existen más, etc. Otra suposición es la disponibilidad de los lenguajes de modelado junto con sus metamodelos para ser integrados en UEML, pero tampoco trata de cómo elegir los lenguajes candidatos, quien proporcionaría sus metamodelos, etc.

El paso principal de la estrategia consiste en la definición del metamodelo de UEML, en la Figura 2.28 se presenta el metamodelo de UEML 1.0 resultante del proyecto definido mediante un diagrama de clases en UML.

A continuación, se presenta la descripción de los principales constructores del metamodelo de UEML [16]:

- **Actividad:** representa una descripción genérica de una parte del comportamiento de la empresa que produce unos outputs a partir de un conjunto de inputs. Una actividad puede descomponerse en otras y necesita de uno o varios recursos que participen en la misma mediante un determinado rol. Un recurso puede tener

diferentes roles en una actividad, pero los roles son específicos a la actividad. La actividad tiene al menos un puerto de entrada y otro de salida, a través de los cuales se conecta con sus flujos de entrada y de salida respectivamente.

- **Flujo:** representa el movimiento de un objeto desde un origen a un destino. El origen y el destino de un flujo es un anclaje. Los flujos pueden ser de entrada/salida, de recursos o de control. Los flujos conectan indirectamente una actividad a través de su puerto de salida, a uno o varios operadores de conexión y finalmente a una segunda actividad.
    - **Flujo de entrada/salida:** representa un flujo entre dos actividades. Si es de entrada se conecta al puerto de entrada de una actividad y supone el movimiento de un objeto que es necesario para llevar a cabo la actividad. Si es de salida se conecta al puerto de salida de una actividad y el objeto es el resultado de la misma.
    - **Flujo de recursos:** representa el movimiento de un recurso entre dos actividades.
    - **Flujo de control:** puede conectar directa o indirectamente dos actividades y representa un flujo de control sin objeto asociado, un disparador de una actividad o un flujo de un objeto de información que restringe la ejecución de la actividad.
- **Anclaje:** representa el origen y/o destino de un flujo. Puede ser un puerto de entrada, un puerto de salida o un operador de conexión.
    - **Puerto de entrada:** representa la entrada de un flujo en una actividad.
    - **Puerto de salida:** representa la salida de un flujo en una actividad.
    - **Operador de conexión:** representa una agrupación o división de un flujo entre dos actividades.
- **Rol de recurso:** representa el rol que toma un recurso en una actividad.
- **Recurso:** un recurso es una clase especial de objeto que es requerida para la ejecución de una actividad. Un recurso puede ser material o humano.
- **Objeto y objeto de información:** un objeto es cualquier cosa que puede ser enlazada a un flujo, es decir cualquier cosa que puedes ser requerida para producir una actividad. Puede ser un objeto de información o un recurso.

En cuanto al prototipo de UEML 1.0, es necesario señalar que no se puede comparar con el estudio del arte realizado en el primer paquete de trabajo del proyecto, ya

que solo algunos aspectos del mismo son tratados. Por otra parte, UEML tampoco pretende ser otro lenguaje que reemplace a todos los lenguajes de modelado existentes. En cambio, UEML si que soporta al menos las características y capacidades de los lenguajes integrados y por tanto el problema es simplemente decidir que otros lenguajes deben ser integrados.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es que la definición de las correspondencias entre los metamodelos de los lenguajes seleccionados y el metamodelo de UEML es informal. En las conclusiones del proyecto se apunta la necesidad de explorar posibilidades de notaciones más formales como pueden ser la utilización de OCL (Object Constraint Language) [162].

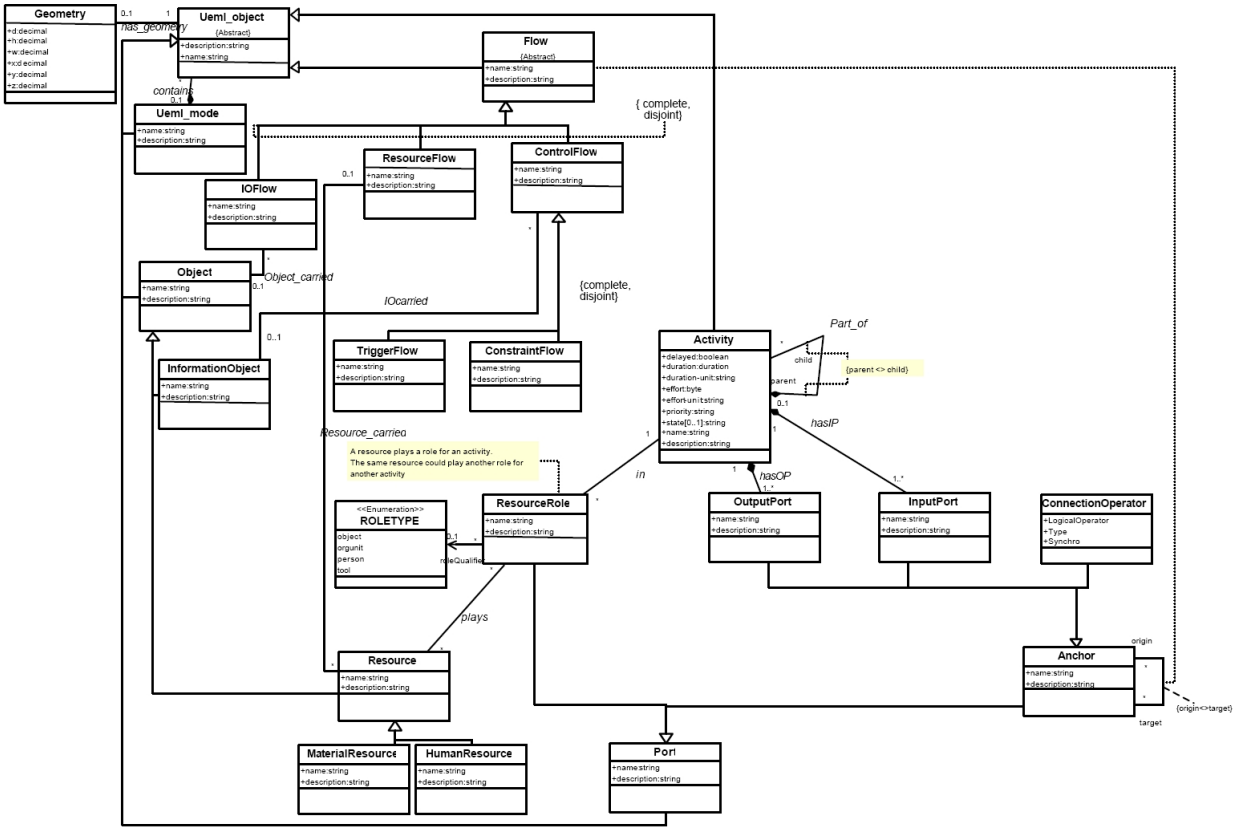

Figura 2.28: Diagrama de clases de UEML 1.0 en UML [16].

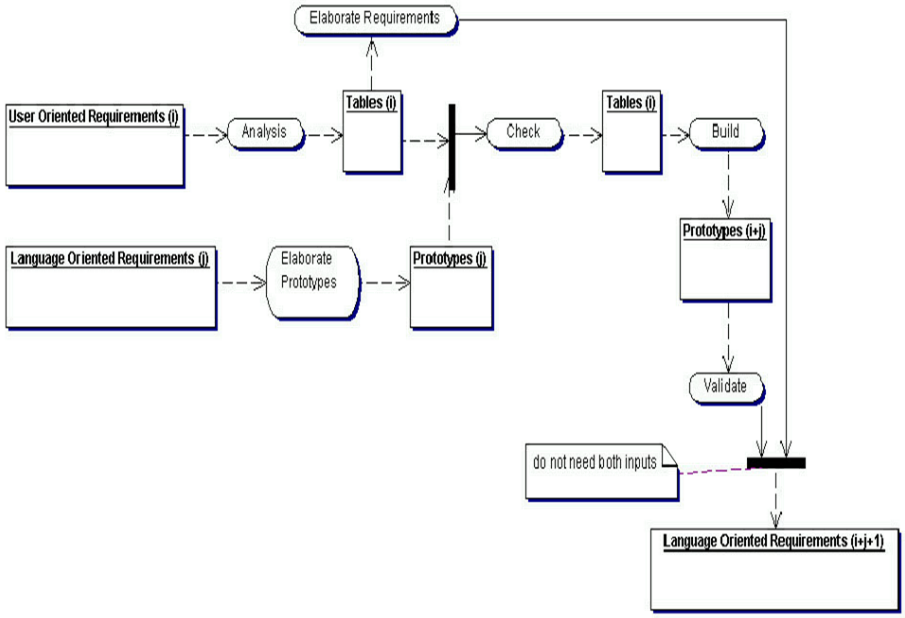

Figura 2.29: Metodología para la definición de UEML [18].

Por último, la Figura 2.29 muestra un diagrama de actividades en UML que representa la **metodología propuesta** [18] para tener en cuenta los requisitos de usuario a la hora de definir UEML. Uno de los objetivos del proyecto era la definición de esta metodología, pero no su aplicación completa. Es interesante señalar que en el marco de esta metodología, la estrategia para la definición de UEML puede ser reutilizada en el paso de 'Elaborar prototipos' para la integración de otros lenguajes de modelado.

Las nuevas versiones de UEML fueron desarrolladas en el marco de la Red de Excelencia INTEROP, en concreto por el **WP5**, que luego se convirtió en el **DEM**. Como principal resultado de esta investigación cabe destacar la obtención de dos nuevas versiones de UEML desarrolladas a partir del UEML 1.0 [197], la 2.0 y la 2.1 [20]. Las cuales han sido completadas con el 'UEML Meta-Meta Model' (ver Figura 2.30), el cual se ha organizado en tres capas: Capa Ontológica, con la ontología UEML; Capa de Lenguaje, con los lenguajes, tipos de diagramas y constructores; y Capa de Constructores, con el mapping entre constructores y la ontologías [167, 168]. Y finalmente, con el EQF (Extended Quality Framework) con el propósito de definir estrategias para la selección y clasificación de lenguajes de modelado empresarial según objetivos específicos.

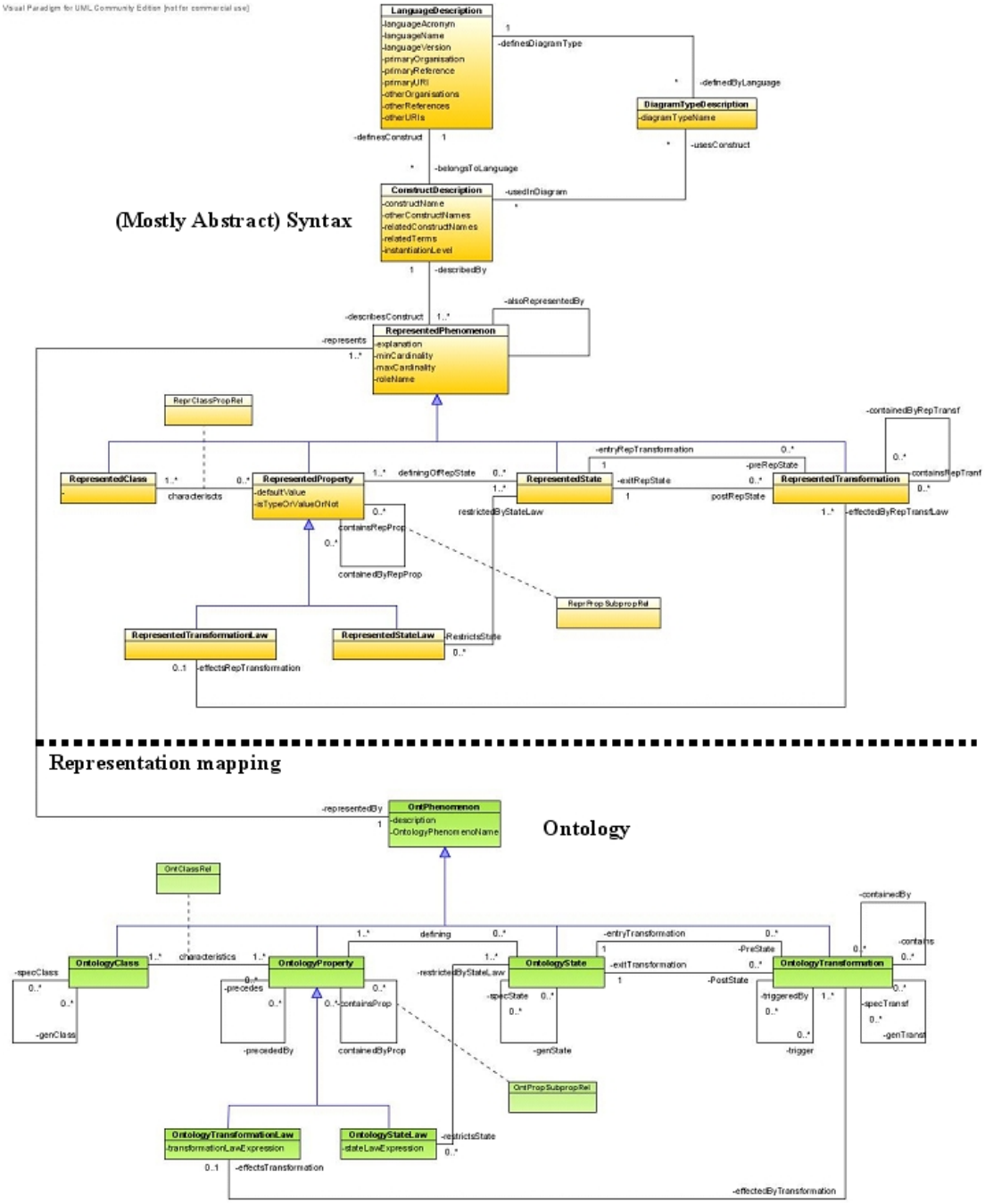

Figura 2.30: UEML Meta-Meta Model versión 2.1 [19].

2.4.7.3. Metamodelo POP*

El metamodelo POP* fue desarrollado en el marco del Proyecto IP ATHENA (ver Sección 2.4.6.3), en concreto en el Proyecto A1.

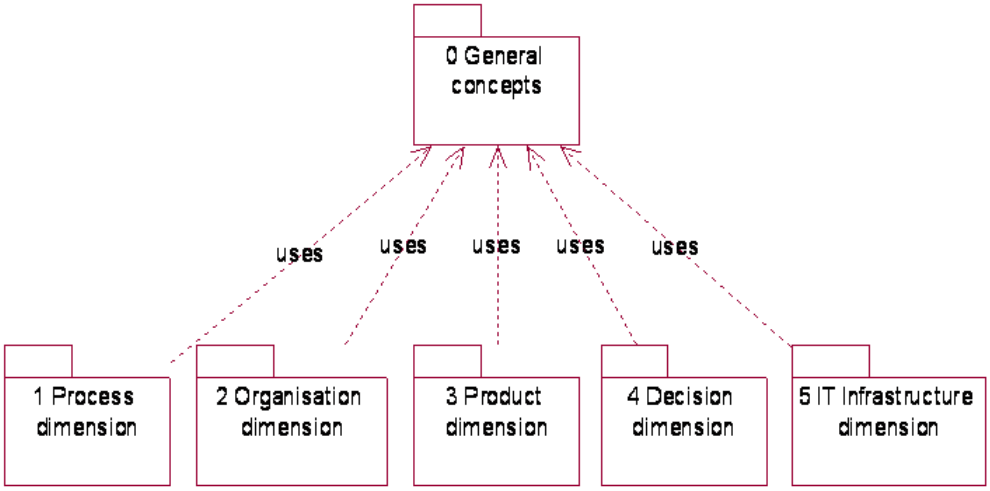

Figura 2.31: Paquetes del metamodelo POP* [151].

El nombre de POP* se corresponde con las siglas en inglés de las diferentes dimensiones de la empresa: Producto, Organización, Producto, y el '*' representa el resto de dimensiones de la empresa como la decisional, la infraestructura de la empresa, etc. tenidas en cuenta en el contexto del modelado empresarial. El metamodelo POP* está organizado en paquetes (ver Figura 2.31), uno por cada una de las dimensiones definidas hasta el momento en el proyecto: proceso, organización, producto, decisión e infraestructura.

Además, en el paquete 'General concepts' se incluyen algunos conceptos relevantes y fundamentales para la mayor parte de dimensiones, las cuales han sido organizadas en paquete separados que dependen de este paquete en el cual se encuentran los conceptos 'core'. Los constructores incluidos en este paquete se muestran en el diagrama de la Figura 2.32:

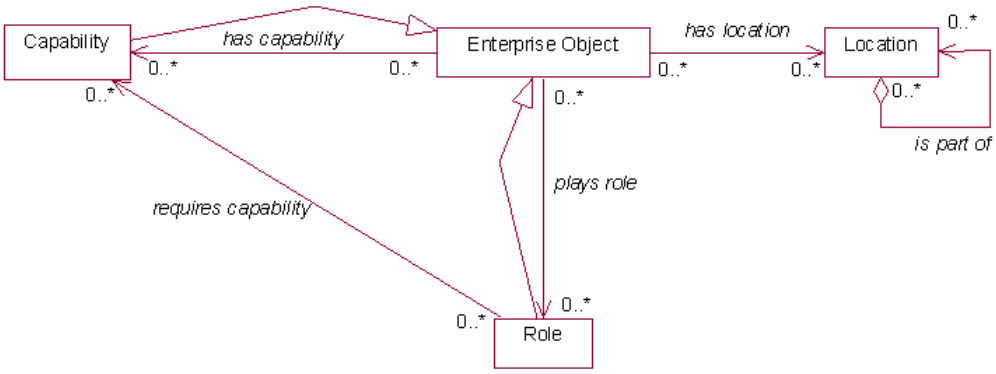

Figura 2.32: Constructores del 'core' de POP* [151].

- **Objeto Empresarial:** es abstracto y puede representar cualquier cosa o persona que realice un trabajo, provoque que algo ocurra o es solo parte de alguna actividad de la empresa. Ambos personas, roles, tangibles (como cosas físicas) e intangibles (como información o conocimiento) están incluidas en este concepto.

- **Rol:** es abstracto y está especializado en proceso, organización y flujo; se utiliza para indicar que virtualmente cualquier Objeto Empresarial desempeñar diversos papeles en el funcionamiento de la empresa. Normalmente el rol se especifica en el contexto de un proceso (Rol de Proceso) o dentro del contexto de una unidad organizativa (Rol Organizativo), pero puede también definirse en otros contextos. El rol se introduce para facilitar la representación de características importantes y principales de un proceso u organización, sin tener que ser especificado por un objeto concreto implicado, como por ejemplo una persona.

- **Capacidad:** es una especialización de Objeto Empresarial y se utiliza para designar la cualidad de ser capaz de realizar algo, como una competencia, habilidad o actitud.

- **Localización:** se utiliza para indicar un localización geográfica o un lugar, de forma que los Objetos Empresariales pueden tener un localización.

La **dimensión de proceso** incluye los constructores relacionados con las actividades, tareas y procesos en marcha en una empresa o entre empresas. La lógica del proceso se expresa mediante Flujos y Puntos de decisión. Un resumen de los constructores presentes en esta dimensión se muestra en la Figura 2.33. La participación en los procesos por parte de varios tipos de Objetos Empresariales se expresa mediante el uso de Roles de proceso.

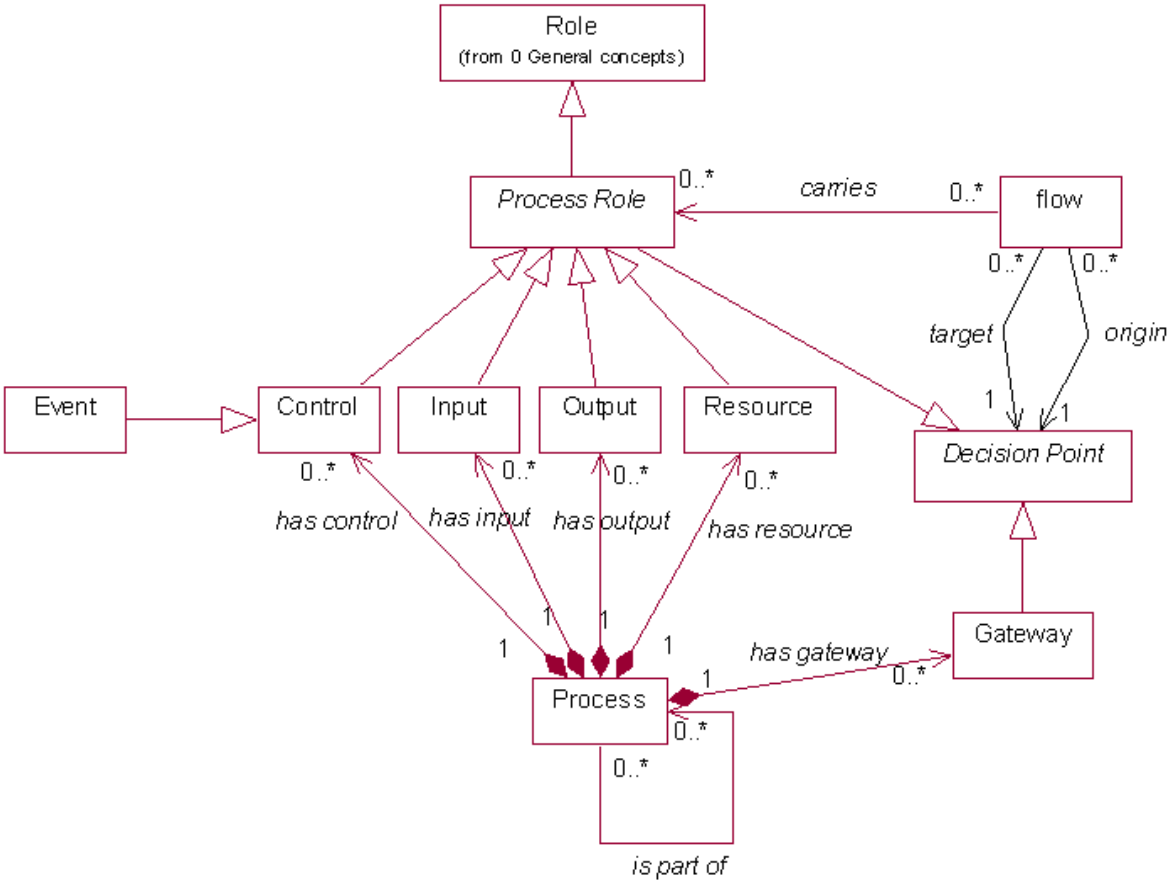

Figura 2.33: POP* dimensión de proceso [151].

La **dimensión de organización** está enfocada a las estructuras organizativas, así como a sus miembros y posiciones. Además, esta dimensión está enfocada en mostrar las interacciones entre estructuras, como un todo y entre los miembros, considerando tanto la estructura organizativa formal y la informal/ad hoc (ver Figura 2.34).

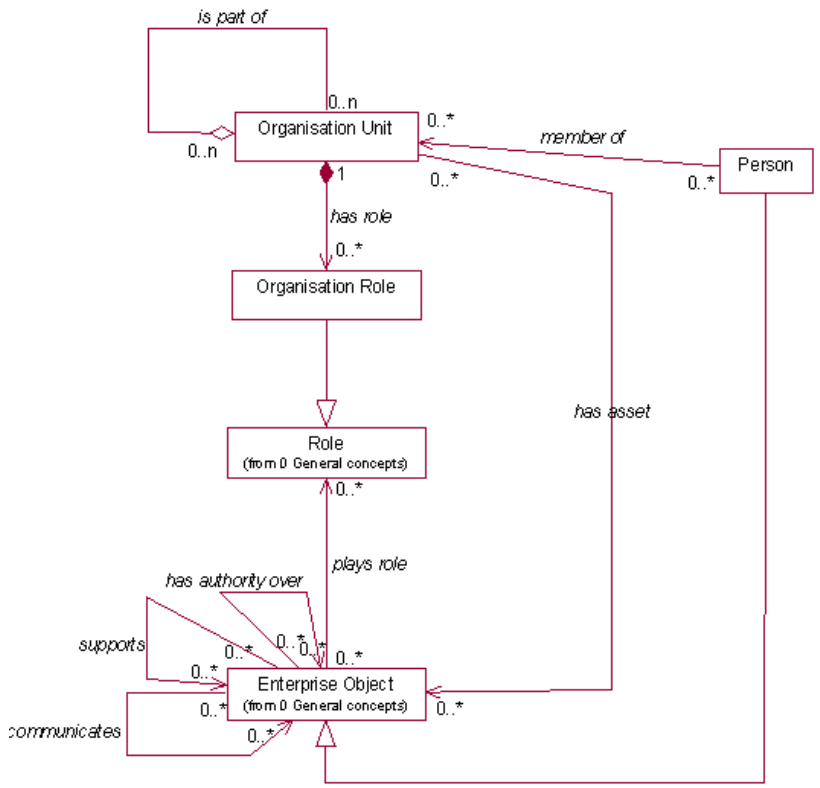

Figura 2.34: POP* dimensión de organización [151].

El concepto de producto pertenece a la dimensión de negocio, describiendo cualquier cosa que puede ser ofrecida al mercad, y la cual debería satisfacer un carencia o necesidad. Sin embargo, esto no supone solamente un objeto físico, sino el conjunto completo de beneficios o satisfacciones que los compradores perciben que obtendrán si compran el producto. Esto es el suma de todos los atributos físicos, psicológicos, simbólicos, y de servicio.

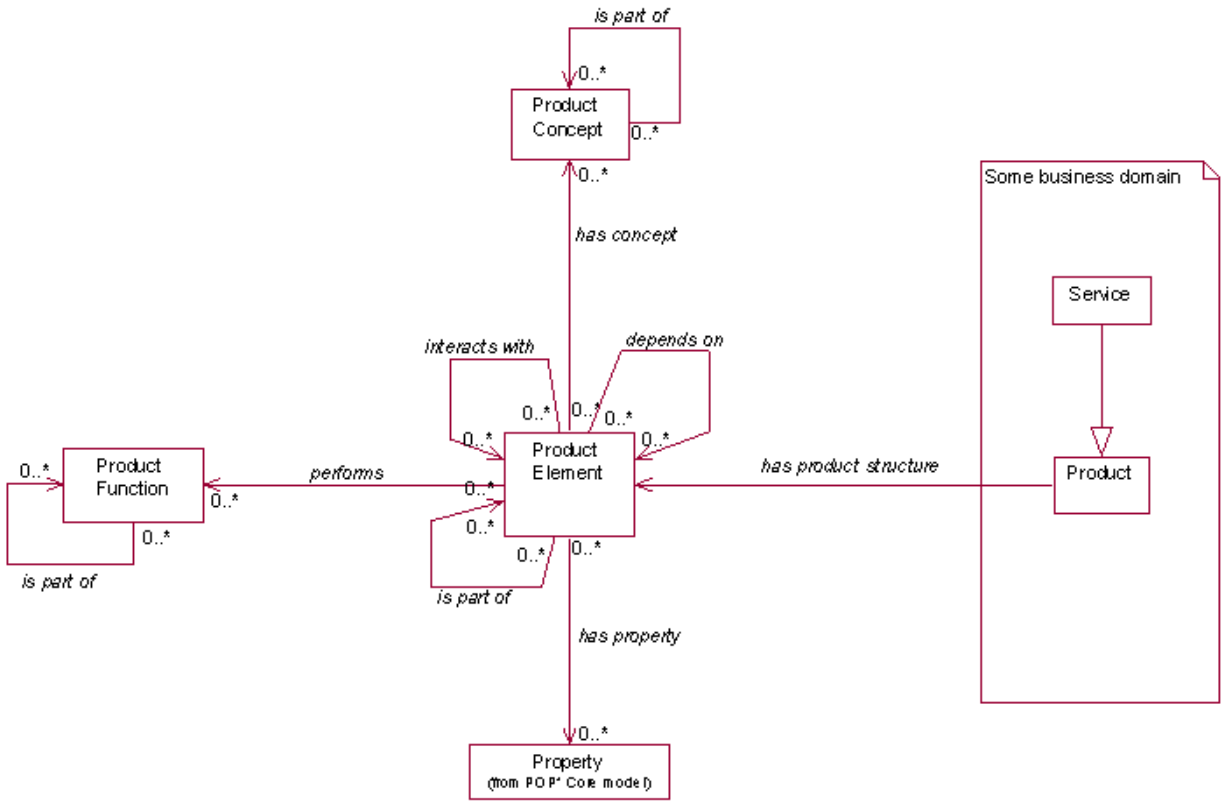

Figura 2.35: POP* dimensión de producto [151].

A menudo el producto se utiliza como un bien (físico), mientras que el servicio se utiliza como un equivalente no material del bien. Los conceptos de producto y servicio relacionados con el negocio no están incluidos en la actual versión de POP*, pero son mencionados para proporcionar el contexto necesario para los conceptos arquitecturales incluidos en la dimensión de producto.

La **dimensión de producto** se utiliza para modelar arquitecturas o estructuras de producto, con el propósito del diseño, desarrollo e ingeniería, gestión de datos, u otras razones. El producto o servicio en la dimensión de negocio puede estar relacionado con una descripción arquitectural del producto o servicio en la dimensión de producto.

Un arquitectura de producto es el esquema por el cual los elementos funcionales de un producto están organizados en bloques constructores (por ejemplo, subsistemas) e interactúan con otros para llevar cabo la función completa del producto. Las arquitecturas de producto pueden ser modulares o integrales.

La Figura 2.35 muestra los conceptos definidos en POP* para modela la dimensión de pronto, con un enlace propuesto a la futura dimensión de negocio. Existen tres conceptos nuevos en esta dimensión: product concept, product element and product function), y una reutilización de la propiedad Concept, la cual está definida en el POP* core model.

En contraposición al estándar STEP, la dimensión de producto de POP* propone el soporte de modelos de productos con el propósito del diseño, desarrollo e ingeniería, pero también de la gestión de datos (como hace STEP). Puesto que STEP está enfocado a la gestión de datos y no soporta el desarrollo de productos, no es adecuado para el propósito de POP*.

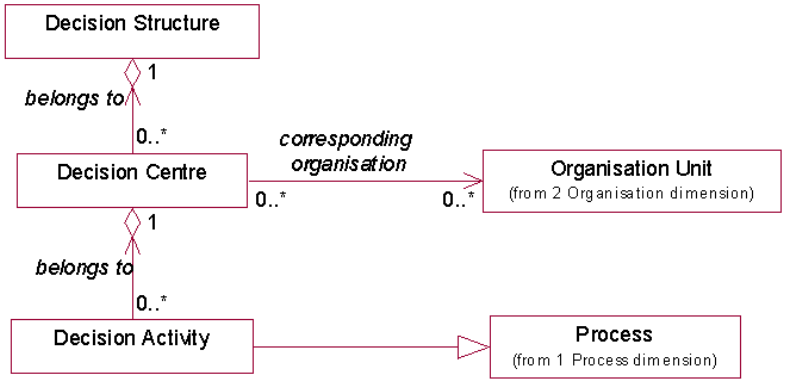

Figura 2.36: POP* dimensión de decisión [151].

La **dimensión de decisión** está relacionada con el conjunto de conceptos y constructores que permiten describir la estructura de toma de decisiones en términos de centros de decisión y actividades decisionales (ver Figura 2.36). En esta versión del metamodelo, ésta es una de las dimensiones menos maduras y por tanto un buen candidato para su mejora en las próximas versiones.

El objetivo de la **dimensión de infraestructura** es soportar el modelado de las infraestructuras y los servicios que éstas proporcionan. EL modelado de las infraestructuras incluye además detalles arquitecturales. En la presente versión de POP*, el punto de mira se ha enfocado a las infraestructuras IT, dejando otro tipo de infraestructuras para futuras versiones de POP*. El modelo de arquitectura incluye detalles lógicos, así como los componentes software IT que implementen la arquitectura lógica (ver Figura 2.37).

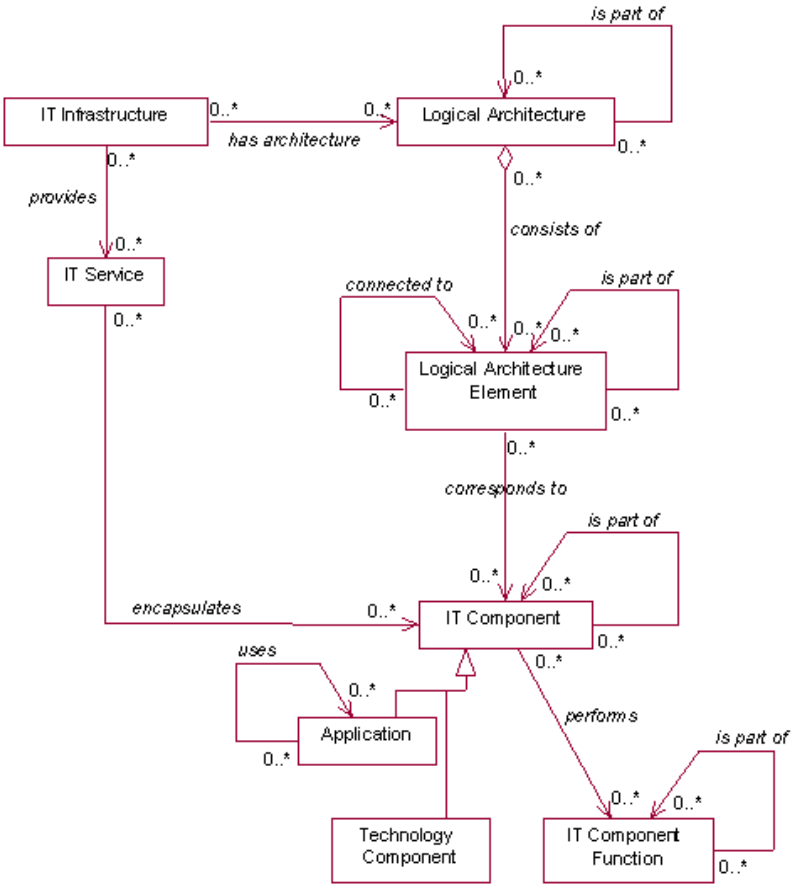

Figura 2.37: POP* dimensión de infraestructura [151].

2.4.7.4. Comparación de metamodelos

En primer lugar, comparando los tres metamodelos se llega a la conclusión de la diferencia de objetivos entre ambos. ODP está orientado a proporcionar un marco de coordinación para la estandarización de procesos distribuidos abiertos, y por tanto enfocado a modelar la empresa desde cinco puntos de vista: empresa, información, computación, ingeniería y tecnología. Mientras que UEML y POP* comparten el objetivo de actuar como formato de intercambio entre diferentes lenguajes de modelado empresarial con el propósito de mejorar la interoperabilidad, y por tanto están enfocados a las diferentes dimensiones empresariales que se consideran en el modelado empresarial.

En cuanto a la semejanza entre los tres metamodelos se puede afirmar que los tres identifican los conceptos empresariales de alto nivel desde múltiples vistas, si bien con un objetivo final distinto. Por esta razón, y puesto que el objetivo al analizar estos metamodelos era comprender los conceptos que se modelan en cada dimensión, se va a realizar una comparativa entre UEML y POP*.

La primera diferencia entre ambos metamodelos es que POP* tiene actualmente en cuenta cuatro dimensiones: producto, organización, proceso y sistema (decisión e infraestructura); mientras que UEML 1.0 solo tiene en cuenta la dimensión de proceso, dejando de lado la organización, el producto y otos aspectos como los decisionales o la infraestructura de la empresa.

Otra diferencia es que en POP* se incluye una capa de metametamodelo, con lo cual los elementos visuales o gráficos asociados a los elementos del modelo POP* o las posibles vistas y diagramas a realizar se incluyen a nivel de la capa de metametamodelado.

En lo referente a la dimensión de proceso los constructores de POP* no incluidos en UEML son los siguientes:

- El concepto de rol está dividido en tres subtipos: Organization Role, Process Role and Flow Role.
- Control, Input, Output y Resource son subclases de Process Role.
- Event.

A continuación, se muestran varios cuadros que presentan un mapeado[6] entre los principales constructores de UEML y POP*, además de relacionarlos con los de los principales lenguajes de modelado empresarial existentes y presentados en las anteriores secciones.

Cuadro 2.26: Object constructor.

	UEML 1.0	**POP***
Name	Object	Object
Definition	An Object is something that can be attached to a Flow. In other words, it is something that may be needed or produced by an Activity. It can be an InformationObject or a Resource. An InformationObject is a kind of Object only made of information.	Represents something that can be participate in an enterprise playing different roles, in a process, flow, organization, etc.
Properties		
Relationship	An IOFlow carries at most one Object. An Object can be carried by more IOFlow(s). A ControlFlow carries at most one InformationObject. An InformationObject can be carried by more ControlFlow(s).	An object can play zero or several roles and it has associated zero or several capabilities. An object is specialized in Product, Organization Unit, Person, Decision Frame, Information Object, Physical Object and Others.
Constraints		
c.c. in	ARIS: GRAI: – IEM: – Metis EEML: – Metis ITM+BPM: – ISO 19439, ISO 19440: Enterprise Object/Product ISO 18629: BPDM: Entity/Worker/Automated BPMN: –	

[6]Para mayor exactitud en el mismo se ha mantenido la definición en inglés proporcionada en la especificación correspondiente para cada uno de los constructores.

Cuadro 2.27: Activity constructor.

	UEML 1.0	**POP***
Name	Activity	Process
Definition	Represents a generic definition of a part of enterprise behaviour that produces outputs from a set of inputs	Represents the enterprise behaviour, which is mesurable and can be decompose into subprocess every time smaller until to reach atomic task. The objective of a process is to transform inputs into outputs.
Properties	Delayed, Duration (unit, min and max?), Effort, Effort-unit, Priority, State, Name, and Definition	
Relationship	To be decomposed into Activity(ies). To require one or several ResourceRole(s) played by Resource(s). To be related to one InputPort to which flows representing the inputs of the activity are connected. To be related to one OutputPort to which flows representing the outputs of the activity are connected	To be decomposed into zero or several Process(es). To require only an only gateway. A process can be defined to include its interfaces to the outside world. The interfaces are specializations of Process Role: Input, Control, Output and Resource.
Constraints	A ResourceRole is specific to an Activity. An Activity cannot be composed of itself (directly or indirectly)	

c.c. in	ARIS: Process GRAI: ExtendedActivity IEM: ActionState Metis EEML: Task Metis ITM+BPM: Flow ISO 19439, ISO 19440: Business Process ISO 18629: BPDM: Process/Atomic Task (Transaction/Compensation) BPMN: Activity/Process/Task/Ad-Hoc Process

Cuadro 2.28: Flow constructor.

	UEML 1.0	**POP***
Name	Flow	Flow
Definition	Represents the flowing of an Object from one origin to a target. The origin and target of a flow are Anchor(s) that can be InputPort(s), OutputPort(s) or ConnectionOperator(s). A Flow is either a IOFlow, a ResourceFlow or a ControlFlow.	Represents the link between processes. Flow connect processes by means of gateway, like sorce or target. Also, a flow is related to a Process Role, which can be a Control, Output, Input or Resource.
Properties	Name, and Definition	isControlFlow (to indicate if flow is control flow), and delay (to capture that a flow may take time)
Relationship	An IOFlow at most one Object. An Object can be carried by more IOFlow(s). A ResourceFlow carries at most one Resource. A Resource can be carried by more ResourceFlow(s). A ControlFlow carries at most one InformationObject. An InformationObject can be carried by more ControlFlow(s).	Data objects may be attached to the flow. Output from one process may be Control to another process. The sub-classes of Flow (Sequential flow, Message flow, ...) are removed. To represent various types of flows, attach process roles to the flows, hence expressing information flows, material flows etc.
Constraints	A Flow cannot have the same Anchor as origin and destination. A ConstraintFlow carries at least one InformationObject. Flow(s) connected to the same ConnectionOperator have to belong to the same subclass (of Flow).	

c.c. in

ARIS: Event-Function-Event
GRAI: Flow excepts Flow/Resource
IEM: ProductState/Successor, ResourceState/Successor and OrderState/Successor, and Successor link (State transitions; Action-State-Action
Metis EEML: Flow
Metis ITM+BPM: Flow
ISO 19439, ISO 19440: –
ISO 18629:
BPDM: –
BPMN: –

Cuadro 2.29: Interface constructor.

	UEML 1.0	**POP***
Name	Anchor	Gateway
Definition	An Anchor is the origin or target of a Flow. It is an OutputPort, an InputPort or a ConnectionOperator. An InputPort represents the entry of a Flow in an Activity. It is a special kind of Anchor. An OutputPort represents the exit of a flow in an Activity. It is a special kind of Anchor.	Decision point, to support the fact that an control, input, output, resource and gateways may act as decision points. introduce Decision Point as an abstract class, and let Input, Output and Gateway inherit from Decision Point. Decision Points contain rules for continuation: on an input the rule will be precondition, and on an output the rule will be a post-condition. The rule is proposed included as a property of a decision point. Triggering information is also conveyed as part of this rule. The Gateway is no longer a Process.
Properties		
Relationship	An Anchor can be the origin or target of a Flow (see Flow)	To be related to zero o several flows (source o target). Is a part of a Process.
Constraints		
c.c. in	ARIS: GRAI: Connector from which a Flow is originated. One or more InputPort(s)/OutputPort(s) must be defined for the set of all inputs/outputs of an ExtendedActivity IEM: Port from which a Flow is originated, One or more InputPort(s)/OutputPort(s) must be defined for the set of all inputs of an ActionState Metis EEML: InPort/OutPort Metis ITM+BPM: ISO 19439, ISO 19440: – ISO 18629: BPDM: – BPMN: –	

Cuadro 2.30: Operator constructor.

	UEML 1.0	**POP***
Name	ConnectionOperator	Decision Point
Definition	A ConnectionOperator represents the grouping or splitting of Flow(s) between two Activity(ies). It is a special kind of Anchor.	
Properties		
Relationship		Is specialized in Process Role and Gateway.
Constraints		

c.c. in
ARIS:
GRAI: LogicalOperator
IEM: ConnectionElementState
Metis EEML: DecisionPoint which is neither InPort nor OutPort
Metis ITM+BPM:
ISO 19439, ISO 19440: –
ISO 18629:
BPDM: –
BPMN: –

Cuadro 2.31: Resource constructor.

	UEML 1.0	**POP***
Name	Resource	Resource
Definition	A Resource is a special kind of Object needed for the execution of an Activity. It can represent either a simple Resource or a set of Resource(s) with similar capabilities and properties. A Resource may be a MaterialResource or a HumanResource.	Represents a specialization of an object, which plays a role in a specific process.
Properties		
Relationship	A Resource may play (any number of) ResourceRole(s). A Resource can be involved in (any number of) ResourceFlow(s).	A resource is a subclasse of object with a specific role in a process.
Constraints		
c.c. in	ARIS: GRAI: Resource IEM: Resource Class Metis EEML: Resource Metis ITM+BPM: ISO 19439, ISO 19440: Resource ISO 18629: BPDM: – BPMN: –	

2.5. Estado del arte en modelado del conocimiento

En esta sección se presenta el estado del arte en el modelado del conocimiento, de forma que se analizan las diferentes perspectivas que se han utilizado para modelar el conocimiento provenientes desde diferentes dominio o áreas de investigación. En este resumen se ofrece una visión general de la numerosas áreas y técnicas que tratan el tema de la representación del conocimiento, para luego centrarse en aquellas que están enfocadas a la representación del conocimiento empresarial.

2.5.1. Modelado del conocimiento

Sowa [189] indica que los ingenieros de conocimiento y los analistas de sistemas juegan el papel de una matrona obteniendo el conocimiento y haciéndolo explícito. Ellos muestran el conocimiento implícito sobre un tema en una forma que los programadores puedan codificar en algoritmos y estructuras de datos. Para hacer accesible el conocimiento a los computadores los sistemas basados en el conocimiento y los sistemas orientados a objetos están construidos mediante lenguajes declarativos cuya forma de expresión esta más cercana al lenguaje humano, tales sistemas ayudan a los programadores e ingenieros del conocimiento a reflejar el conocimiento y expresarlo en una forma que ambos, humanos y computadores, pueden comprender.

Por lo tanto, en [189] se sostiene que el modelado del conocimiento es un tema multidisciplinar que necesita la aplicación de teorías y técnicas provenientes de la **lógica**, para proporcionar una estructura formal y reglas de inferencia; de la **ontología**, para definir los tipos de cosas que existen en el dominio de la aplicación; y de la **computación**, para soportar las aplicaciones que distinguen la representación del conocimiento de la filosofía pura.

- **Lógica:** las versiones modernas de la lógica son capaces de representar información factual que puede ser declarada en cualquier lenguaje natural o artificial. Los lenguajes naturales muestran el rango más amplio de conocimiento que puede ser expresado, y la lógica permite que el subconjunto formulado precisamente sea expresado en una forma computable. Quizás existe algún tipo de conocimiento que no pueda ser expresado mediante la lógica. Pero si ese conocimiento existe, no puede ser representado o manipulado sobre ningún computador en ninguna otra notación. El poder expresivo de la lógica incluye cada tipo de información que puede ser almacenada o programada en cualquier computador.

El cálculo de predicados, conocido clásicamente como lógica de primer orden, es la más ampliamente usada, estudiada e implementada versión de la lógica. La mayoría de variaciones de este tipo de lógica lo hacen en una de las siguientes dimensiones:

1. **Sintaxis:** la mayoría de las variaciones a este respecto se producen en la notación. Aunque no son relevantes puesto que pueden expresar la misma proposición en formas equivalentes lógicamente. Por lo tanto, en términos de poder de expresividad las diferencias sintácticas son irrelevantes. El mayor impacto en en uso de diversas notaciones se produce en la legibilidad, facilidad de uso, etc. para los humanos.
2. **Subconjuntos:** más importantes son las variaciones respecto a las restricciones sobre los operadores permisibles o las combinaciones de operadores. Por ejemplo, los silogismos de Aristóteles están limitados a cuatro tipos básicos de proposiciones (A, I, E, y O), con las cuales se puede expresar solamente un subconjunto pequeño de las posibles proposiciones en la completa lógica de primer orden. En otras ocasiones, como en el caso del Prolog la restricción permite que sea un lenguaje de programación lo suficientemente rápido.
3. **Teoría de prueba:** en lugar de restringir la combinación de operadores permisibles, algunas versiones de la lógica restringen o extienden las pruebas permisibles. Por ejemplo, la lógica de acceso limitado restringe el número de veces que una proposición puede ser utilizada en una prueba, siendo la versión más común, la *linear logic*. La cual permite que una proposición sea usada una sola vez. Algunos parsers de lenguaje natural utilizan esta lógica como dispositivo heurístico.
4. **Teoría del modelo:** en este caso la versión de la lógica modifica la denotación o el valor de verdad de una sentencia en términos de algún modelo del mundo. La clásica lógica de primer orden en una lógica de dos valores con los valores de verdad, 1 y 0, o verdadero o falso. Una lógica de tres valores incluye un valor intermedio desconocido para las sentencias, cuya denotación no puede ser establecida. Una de los más populares lógicas multivalores es la *fuzzy logic*, la cual utiliza la notación de la lógica de primer orden, pero con un rango infinito de factores de certidumbre que van desde el 1.0 para la verdaderos certidumbre hasta el 0.0 para la faltas certidumbre. Realmente los valores de verdad o los factores de certidumbre no pertenecen a la lógica de primer orden en sí misma, sino a la teoría del modelo que relaciona la lógica con el mundo.
5. **Ontología:** se trata de una variación en la que se presenta una lógica no interpretada que no tiene predicados predefinidos para representar ningún

tema, sus únicos símbolos son cuantificadores, operadores Booleanos, y variables. Al trabajar con ese tipo de lógica se tienen completa libertad, pero también total responsabilidad para definir otos los predicados y axiomas para representar todo lo que existe en el dominio de la aplicación.

6. **Metalenguaje:** es un lenguaje sobre un lenguajes. La lógica de primer orden puede ser utilizada como un metalenguaje para definir, modificar, o extender cualquier versión de la lógica, incluyendo ella misma. Una gramática libre de contexto, por ejemplo es una versión de la lógica de clausulas de Horn utilizada como un metalenguajes para definir la sintaxis de lenguajes.

- **Ontologías:** en la lógica en cuantificador existencial es una notación para afirmar que algo existe. Pero la lógica por si misma no posee un vocabulario para describir las cosas que existen. La ontología cubre esa laguna, puesto que es el estudio de la existencia de todas las clases de entidades, abstractas y concretas, que forman el mundo. La ontología proporciona los predicados del cálculo de predicados y las etiquetas que rellenan las cajas y círculos de los gráficos conceptuales. Las dos fuentes de las categorías ontológicas son la observación y el razonamiento. La observación proporciona conocimiento del mundo físico, y el razonamiento le da sentido a la observación generando un marco de abstracción llamado metafísica.

  La elección de las categorías ontológicas es el primer paso en el diseño de una base de datos, un base de conocimiento, o un sistema orientado a objetos. En la teoría de base de datos loas categorías se denominan dominios, en Inteligencia Artificial tipos, en los sistemas orientados a objetos clases, y en la lógica reciben el nombre de tipos o clase. Cualquiera que sea el nombre que se le dé, la selección de categorías determina todo lo que puede ser representado in aplicación informáticas o en un sistema informático.

- **Computación:** la ingeniería del conocimiento es la aplicación de la lógica y la ontología a la tarea de construir modelos computables de algún dominio para algún propósito. Las propiedades de computable, dominio y propósito lo caracterizan como una rama de la ingeniería, mientras que la matemática pura no necesita de ellas, y las ciencias empíricas no necesariamente precisan tener un propósito. La ingeniería en cambio, utiliza las matemáticas y la ciencia con el propósito de resolver problemas prácticos con las restricciones de tiempo y dinero. La ingeniería del conocimiento por lo tanto puede ser definida como la rama de la ingeniería que analiza el conocimiento sobre algún tema y lo transforma en un una forma computable para algún propósito.

Por lo tanto, sin la lógica una representación del conocimiento es vaga, sin criterio para determinar si una sentencia es redundante o contradictoria. Sin el uso de

ontologías, los términos y símbolos están mal definidos, y son confusos. Y finalmente, sin la posibilidad de tener un modelo computacional, la lógica y la ontología no pueden ser implementadas en un sistema informático. Por lo tanto, la representación del conocimiento es la aplicación de la lógica y la ontología a la tarea de construir modelos computables para un dominio específico [189].

Teniendo en cuenta, que el objetivo final de este trabajo es combinar los aspectos comúnmente tratados en el contexto del modelado empresarial con los del modelado del conocimiento, para focalizar el primero en el segundo, la opción de la lógica se descarta. Puesto que la lógica como se afirma en [189] es necesaria para proporcionar una estructura formal que elimine cualquier tipo de ambigüedad y que permita que el conocimiento sea codificado para ser entendido por un sistema informático. Sin embargo, y a pesar que sobre ella se han desarrollado técnicas de representación gráfica no es sencilla de comprender para un usuario no especializado y tiene las deseadas características gráficas que requiere el modelado de la empresa. Por otra parte, teniendo en cuenta que el trabajo sigue un enfoque dirigido por modelos, el objetivo final es que los modelos realizados a alto nivel de abstracción por expertos del dominio puedan luego ser transformados a diferentes niveles de abstracción de forma que su resultado final sea un modelo formal comprensible por un computador.

Por esta razón en la siguientes secciones, se presenta un breve resumen en primer lugar de la ontologías especializadas en la empresa y una retrospectiva de las técnicas y lenguajes que pueden ser utilizados para la representación del conocimiento.

2.5.2. Ontologías empresariales

La palabra **ontología** proviene del griego 'ontos' (ser) y 'logos' (palabra), refiriéndose en filosofía al sujeto de la existencia, es decir, al estudio del ser como tal. Según Sowa, es el estudio de las categorías de las cosas que existen en algún dominio [189, 190]. Un ontología de dominio explica los tipos de cosas en ese dominio, siendo una parte importante de conocimiento sobre ese dominio. Informalmente, una ontología de un dominio específico muestra su terminología (vocabulario del dominio), todos los conceptos esenciales del dominio, su clasificación, su taxonomía, sus relaciones (incluyendo jerarquías y restricciones), y los axiomas del dominio [77].

Existen numerosas definiciones para el concepto de ontología, en Inteligencia Artificial y en el contexto de la Ingeniería Informática en general, una ontología es una especificación de una conceptualización. Esto implica que se trata de una abstracción, es decir, de una vista simplificada del mundo, y además de una representación formal que puede ser computable [92].

Otras definiciones recogidas en [189] denotan algunos de las propiedades interesantes de las ontologías en su función clave en la gestión del conocimiento:

- *Una ontología es un conjunto de términos de conocimiento, incluyendo el vocabulario, las interconexiones semánticas, y algunas reglas de inferencia simple y lógica sobre algunos temas específicos (Hendeler, 2001).*

  El hecho de que la ontología especifique el significado de las relaciones entre los conceptos utilizados y que además proporciones ciertas formas de razonamiento.

- *Una ontología es la estructura básica o la armadura alrededor de la cual el conocimiento puede ser construido (Swartout & Tate, 1999).*

  Aun siendo informal esta definición permite mostrar como una ontología puede proporcionar un esqueleto estable sobre el cual se puede basar otro tipo de conocimiento.

- *Una ontología es un representación explícita de un comprensión compartida de conceptos importantes en algún dominio de interés (Kalfoglou, 2001).*

  Otra de las propiedades de la ontologías es la necesidad de que el conocimiento del dominio sea consensuado, de forma que el conocimiento que representan no sea subjetivo de un individuo sino compartido y aceptado por una comunidad, lo cual facilita la comunicación e interoperabilidad entre ellos.

Por lo tanto, una ontología define las palabras y los conceptos comunes utilizados para describir y representar un área de conocimiento. Una ontología incluye las siguientes clases de conceptos: **clases** en el dominio de interés (cosas generales), **instancias** (cosas particulares), las **relaciones** entre estas cosas, las **propiedades** de esas cosas (y los valores de las propiedades), las **funciones** y **procesos** relacionados con estas cosas, así como posibles **restricciones** y **reglas**. En la Figura 2.38 se presenta un 'Ontology Spectrum' que muestra el rango de modelos de información con diferente grado de riqueza semántica y complejidad que incluyen las ontologías [150].

A continuación, y puesto que el objetivo del trabajo es modelar el conocimiento empresarial, se presentan diversas ontologías dedicadas al dominio de la empresa, es decir, una ontología para describir los conceptos inherentes a las empresas, una ontología empresarial. Un análisis más amplio de estas tres ontologías empresariales se puede encontrar en [31, 141].

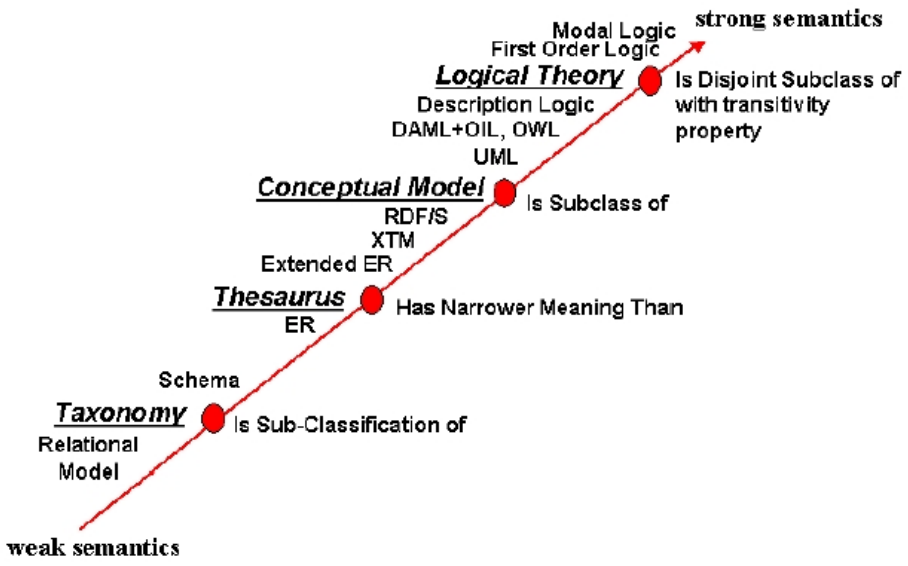

Figura 2.38: 'Ontology Spectrum' [150].

2.5.2.1. TOronto Virtual Enterprise (TOVE)

La ontología **TOronto Virtual Enterprise** (TOVE) es uno de los resultados del proyecto TOVE [179] cuyos principales objetivos son:

1. Crear una representación compartida, es decir, una ontología de la empresa que cada agente en la empresa distribuida pueda comprender y usar conjuntamente.
2. Definir el significado de cada representación, es decir, la semántica.
3. Implementar la semántica en un conjunto de axiomas que permitan a TOVE deducir automáticamente la respuestas a la mayoría de cuestiones de sentido común sobre la empresa.
4. Definir un simbolismo para representar un concepto en un contexto gráfico.

El modelo propuesto es multinivel abarcando las capas conceptual, genérica y de aplicación. Las capas genérica y de aplicación están también estratificadas y compuestas de microteoría que incluyen, por ejemplo, actividades, tiempo, recursos, restricciones, etc. A nivel genérico, el esfuerzo crítico, es permitir la instanciación fácil del modelo para una empresa particular.

El dominio al cual puede ser aplicada la ontología, es el de modelado empresarial tanto para organizaciones comerciales como públicas, este dominio incluye: actividad, proceso, organización, etc. El propósito de la ontología es el diseño de modelos para empresas con la finalidad de comprender su comportamiento y soportar el desarrollo de software.

Por otra parte, la ontología está definida a nivel formal e informal. Sin embargo, no está disponible la formalización en RDF/OWL/DAML.

2.5.2.2. Process Specification Language (PSL)

Inicialmente, **Process Specification Language** (PSL) [29, 49, 146, 206] fue basado en la ontología TOVE. PSL iniciado por el National Institute of Standards and Technology (NIST), es un emergente lenguaje estándar de intercambio de información sobre procesos in la industria de fabricación.

Como un lenguaje formal, PSL es un lexicón (un conjunto de símbolos lógicos y no lógicos) y una gramática (especificación de como estos símbolos puedes ser combinadas para crear fórmulas bien formadas), los cuales sirven para representar los conceptos básicos en la ontología PSL. La gramática utilizada para PSL está en líneas generales basada en KIF (Knowledge Interchange Format). KIF es un lenguaje formal basado en la lógica de primer orden desarrollado para el intercambio de conocimiento entre programas informáticos con representaciones heterogéneas. PSL contiene más de 330 conceptos y 46 extensiones definicionales.

El fundamento del lenguaje de especificación de procesos es la PSL ontología, la cual proporciona las definiciones rigurosas y no ambiguas de los conceptos necesarios para especificar procesos de fabricación que permitan el intercambio de información sobre los procesos. La ontología PSL está esencialmente doblemente enlazada. El fundamento de la ontología e un conjunto de conceptos relacionados con los procesos que son comunes a todas las aplicaciones de fabricación. Estos conceptos constituyen el core de la ontología PSL, e incluye conceptos tales como objetos, actividades, ocurrencias de actividades, y puntos temporales. Puesto que estos conceptos, aislados, solo permiten el intercambio de especificaciones de procesos muy sencillas, la ontología incluye un mecanismo para permitir extensiones de estos conceptos core (la segunda capa) para asegurar la robustez de la ontología.

El dominio de aplicación de la ontología es el del modelado empresarial. Su principal motivación fue la falta de estándares para el intercambio de información sobre procesos, y la falta de una lógica formal para definir relaciones y restricciones de los estándares de ontologías existentes. Por lo tanto, el alcance de la ontología

es el intercambio de información sobre procesos y su propósito es solucionar los problemas de ambigüedad semántica que impiden una completa interoperabilidad entre aplicaciones software. Este problema de la ambigüedad semántica se produce puesto que tanto los modelos empresariales como las aplicaciones software desarrolladas a partir de estos modelos manejan una gran cantidad de conceptos y términos descritos usando vocabularios específicos. Algunos de estos términos son ambiguos, puesto que su significado puede diferir según el partner, y/o la aplicación implicada. Por ejemplo, en una determinada aplicación un llamado recursos es una máquina, expresado en el lenguaje natural, pero para la aplicación con la que desea interoperar, un recurso está formado de los materiales usados. Por lo tanto, es difícil identificar conceptos comunes escondidos tras el uso de diferentes términos.

La definición de una ontología en PSL es de modo formal para los términos no primitivos o existe un conjunto de axiomas asociados que restringen el significado para los términos primitivos. Por otra parte la arquitectura PSL está formada por un cor mínimo con solo cuatro conceptos: actividad, ocurrencia de actividad, punto temporal y objeto. Varias extensiones han sido añadidas a este core, cada extensión define nuevos conceptos y axiomas semánticos para esos conceptos.

PSL puede ser utilizado por ejemplo como un dominio para los modelos de flujo. Los modelos de flujo son usados destacádamente por los lenguajes de programación y por la mayoría de herramientas de especificación del comportamiento gráficas. Sin embargo, su semántica es típicamente ambigua, causando malos entendidos entre diseñadores y resultados de implementación inesperados. En [29] se introduce un modo de eliminar esta ambigüedad de los constructores comunes de modelado de flujo. Además, muestra que la ambigüedad reducida permite un mayor poder de modelar abstracciones, tales como especificaciones de comportamiento parcial.

Otro de los usos de PSL puede ser el intercambio de información sobre proyectos entre diferentes aplicaciones. En [49] se explora como PSL puede ser extendido para el intercambio de información de proyectos en la industria de la construcción.

PSL ofrece una buena base para el modelado de procesos y el intercambio de información sobre proceso, y la extensión proporciona los recursos para expresar conceptos que no son parte del core de PSL. Para definir una extensión, nuevas constantes y/o predicados se añaden a la base del lenguaje PSL, y, para cada nuevo ítem lingüístico, uno o más axiomas se definen que restringe su interpretación. De este modo, se proporciona la semántica para el nuevo ítem lingüístico. Las extensiones actuales están relacionadas con: actividad, estado y tiempo, ordenación y duración de actividades, roles de recursos, conjuntos de recursos, actividades de procesamiento. Una vez definidas las extensiones, éstas necesitan ser implementadas.

2.5.2.3. Edinburgh Enterprise Ontology (EO)

La **Edinburgh Enterprise Ontology** o **Enterprise Ontology** (EO) [198, 199] es una colección cuidada de términos definidos y definiciones relacionadas con las empresas y negocios. Estos conceptos son ampliamente usados para describir las empresas en general y puede servir como una base estable para la especificación de requisitos de software. La ontología es el resultado de las investigaciones del 'Artificial Intelligence Applications Institute at the University of Edinburgh'. EO es parte del 'Enterprise Project', un esfuerzo colaborativo para proporcionar un marco de modelado empresarial que integre métodos y herramientas.

Por lo tanto, el dominio de aplicación de la ontología es el modelado empresarial. En cuanto a su alcance, las áreas empresariales que cubre son las siguientes: actividad, organización, estrategia, marketing y tiempo, definiendo un amplio conjunto de conceptos en cada una de ellas. Sus principales objetivos son:

- Garantizar una comunicación plana entre los participantes para facilitar la compartición de una comprensión unificada sobre el modelo empresarial y proporcionando una mejora del vocabulario necesario y suficiente (compartición de significado).
- Proporcionar una infraestructura que sea estable pero al mismo tiempo adaptable al cambio de la comprensión sobre los requisitos del modelo empresarial (compartición de una infraestructura común).
- Conseguir la interoperabilidad entre diferentes herramientas de modelado empresarial usando EO como un formato de intercambio general (EO como un interlingua para el intercambio de información).

La definición de la ontología fue inicialmente informal, consistiendo en una lista de los términos nucleares definidos en lenguaje natural. Luego, la ontología fue codificada mediante el lenguaje Ontolingua, un lenguaje semiformal basado en el KIF (Knowledge Interchange Format).

La EO propuesta no es una propuesta ni final ni exhaustiva, sino que necesita ser extendida para incluir más detalles relacionados con aplicaciones de negocio específicas. Esta ontología contiene los términos más generales relacionados con la empresa y las aplicaciones que la usen la pueden extender para añadir sus propios términos.

La implementación de EO se ha desarrollado en el seno del 'Enterprise Project', siendo el resultado el 'Enterprise Tool Set'. Esta herramienta ayuda a los usuarios

a capturar aspectos de un negocio e identificar requisitos de negocio, problemas y soluciones, mediante los cuatro componentes que posee:

- **Task Manager:** captura los modelos de proceso.
- **Procedure Builder:** integra, visualiza y soporta la mejora de procesos.
- **Agent Toolkit:** soporte el desarrollo de agentes.
- **Enterprise Ontology**: para la comunicación.

2.5.3. Representación del conocimiento

Finalmente, en esta sección se muestra un breve resumen desde el punto de vista computacional sobre cuales son las técnicas y los lenguajes que permiten representar el conocimiento.

2.5.3.1. Técnicas para la representación del conocimiento

Según [77] no existe solamente una mejor teoría o lenguaje para la representación del conocimiento, pero además para cada tipo de conocimiento (procedural, declarativo, metaconocimiento, heurístico, etc.) es necesario elegir la técnica o técnicas que mejor puedan ser adaptadas.

Además, no existe una correspondencia uno a uno entre los diversos tipos de conocimiento y técnicas, ya que en ocasiones una técnica puede ser utilizada para representar el conocimiento en una o más categorías. Y las técnicas de representación del conocimiento más sencillas pueden ser utilizadas dentro de las técnicas más complejas. Las técnicas utilizadas tradicionalmente en Inteligencia Artificial para representar el conocimiento se pueden resumir en las siguientes [35, 77]:

1. **Tripletes Objeto-Atributo-Valor:** utilizado para representar hechos sobre objetos y sus atributos, mantiene un valor de un atributo de un objeto.
2. **Hechos inciertos:** es una extensión de la técnica O-A-V que permite describir la incertidumbre de hechos.
3. **Hechos difusos:** representa la incertidumbre utilizando términos imprecisos y ambiguos del lenguaje natural.

4. **Reglas:** relaciona una o más premisas o situaciones, con una o más conclusiones o acciones.

5. **Mapas conceptuales o redes semánticas:** intenta reflejar el conocimiento cognitivo, siguiendo el modelo psicológico de la memoria asociativa humanos, mediante grafos que incluyen objetos, conceptos y situaciones de un dominio específico de conocimiento.

6. **Marcos:** representa el conocimiento estereotipado de algunos conceptos u objetos.

7. **Ontologías:** representa un conjunto de términos de conocimiento, incluyendo el vocabulario, las interconexiones semánticas, y algunas reglas de inferencia simples y lógica sobre algún tópico particular.

2.5.3.2. Lenguajes para la representación del conocimiento

Las técnicas de representación del conocimiento están soportadas por diferentes lenguajes de representación del conocimiento, los cuales son utilizados para representar y gestionar el conocimiento en un sistema de gestión del conocimiento. Un lenguaje de representación del conocimiento debería ser capaz de representar desde el punto de vista sintáctico y semántico: entidades, eventos, acciones, procesos y tiempo. Sin embargo, no todos los lenguajes de representación de conocimiento soportan esta premisa, y además cada lenguaje soporta alguna pero no todas las técnicas de representación de conocimiento.

En ocasiones, la distinción entre estos lenguajes y los lenguajes puros de programación es difícil. En todo caso, un lenguaje de este tipo debe proporcionar utilidades para soportar explícitamente técnicas de representación del conocimiento. En una situación ideal, un lenguaje de representación del conocimiento debería tener la suficiente expresividad par desarrollar la estructura de la base de conocimiento y codificar el conocimiento de forma sencilla, y representar el conocimiento de forma comprensible para los humanos. Un análisis completo de los siguientes lenguajes para la representación del conocimiento se presenta en [77]:

1. **Lenguajes de representación basados en la lógica:** la mayor parte de representación del conocimiento puede hacerse con este tipo de lenguajes. Además, otros paradigmas están construidos sobre lógica formal. Existen numerosos lenguajes basados en numerosas lógicas formales que existen actualmente, sin embargo las principales diferencias están relacionadas en la forma en ésta se expresa, la notación, etc.

2. **Lenguajes de representación basados en marcos:** el elemento central de estos lenguajes es una notación basas en la especificación de marcos (conceptos y clases), sus instancias (objetos y individuos), sus propiedades y sus relaciones con otros. Esta orientación a objetos está centrado en las personas. Además, de proporcionar mecanismos para expresar generalizaciones/especializaciones, es decir, organizar los conceptos en jerarquías y permitir el razonamiento.

3. **Lenguajes de representación basados en reglas:** son lenguajes utilizados habitualmente en aplicaciones comerciales de Inteligencia Artificial, tales como sistemas expertos. Estos lenguajes tienen su propia sintaxis para representar la estructura 'If-Then' de las reglas.

4. **Lenguajes visuales para la representación del conocimiento:** la principal ventaja de estos lenguajes es su posibilidad de representar el conocimiento de una forma que no sea solamente textual o con lenguajes simbólico. Puesto que los ingenieros de conocimiento necesitan de una representación visual que permita una forma fácil de comunicación con los expertos del dominio.

   En ocasiones, estos lenguajes están basados en gráficos, matrices, etc. que facilitan la adquisición y representación del conocimiento, aunque luego el conocimiento representado se transforma en otro lenguaje como por ejemplo, en lógica de primer orden. Según Myers [144], en su taxonomía de los lenguajes visuales, en la cual incluye este tipo de lenguajes, a los que consideran usan la notación general de los mapas conceptuales, es decir, redes semánticas. Las principales características de este tipo de lenguajes es que son orientados a objetos, centrado en el usuario, y fáciles de comprender y utilizar.

   En esta categoría, UML se señala como un lenguaje adecuado para la representación del conocimiento, aunque originalmente fuera desarrollado para el dominio de la Ingeniería del Software.

5. **Representación del conocimiento y lenguaje natural:** su punto fuerte es la expresividad, mientras que el principal problema es la dificultad para el procesamiento informático de estos lenguajes, puesto que si bien el uso de parsers para procesar sentencias en lenguaje natural es uno de los más difíciles problemas de computación, el proceso de comprender el significad del lenguaje natural es aun mayor. Estos lenguajes pueden ser utilizados como metalenguajes para explicar tanto otros lenguajes naturales como artificiales.

6. **Lenguajes de representación de ontologías:** existen gran cantidad de lenguajes en esta categorías, la mayoría de ellos aparecieron a comienzos de los 90, y otros a finales. Por lo tanto, los primeros pertenecen a la era pre-XML, mientras que los últimos están basados en XML, y también son denominados lenguajes de la web semántica o lenguajes de ontologías basados en la web, puesto que

tratan de soportar la representación de ontologías en la web semántica. Entre los primeros cabe destacar:

- **KIF:** basado en la lógica de primer orden.
- **Ontolingua:** construido sobre KIF e incluye representaciones basadas en marcos.
- **Loom:** basado en lógica descriptiva.

Entre los lenguajes de ontologías basados en la web los más relevantes son:

- **RDF:** desarrollado por el W3C como un lenguaje basado en la red semántica para describir los recursos Web.
- **RDF Schema:** extensión de RDF con primitivas basadas en marcos.
- **OIL:** basado en lógica descriptiva e incluye primitivas de representación basadas en marcos.
- **DAML+OIL:** unión de DAML (DARPA Agent Markup Language) y OIL para combinar la expresividad de ambos.
- **OWL:** Web Ontology Language iniciativa del W3C y evolución de DAML+OIL.

2.6. Conclusiones sobre el modelado del conocimiento empresarial

En esta sección se recogen las conclusiones sobre el **estado del arte** mostrado en el **Capítulo 2**. En primer lugar, se analiza cual es la problemática del modelado empresarial, presentando las conclusiones sobre los diversos ítems del mismo analizados: estándares, arquitecturas y marcos, lenguajes, proyectos, y metamodelos. En segundo lugar, se describe el estado actual en el modelado del conocimiento, y por último, se analiza la perspectiva del modelado del conocimiento empresarial en las empresas virtuales.

2.6.1. Problemática del modelado empresarial

A continuación, se presentan las principales conclusiones extraídas del estudio del estado del arte en cada una de las categorías analizadas.

2.6.1.1. Estándares

En relación con los estándares desarrollados en el ámbito del modelado empresarial se puede concluir que ENV 12204 e ISO 154141 soportan múltiples vistas de modelado empresarial. PSL, PETRI nets y EXPRESS son lenguajes formales que pueden ser directamente implementados computacionalmente. La principal conclusión sobre este conjunto de estándares elaborados por el **ISO** y el **CEN** es que están más enfocados a los aspectos de modelado que tienen que ver con la especificación de recursos y procesos, que a los problemas semánticos y sintácticos relacionados.

Por otra parte, existen organizaciones no institucionales como son el OMG o el W3C que han desarrollado estándares que favorecen la transferencia de datos y mensajes y se han convertido en **estándares de facto**. Por lo tanto, una de las tareas pendientes es tratar de enlazar estas dos comunidades e intentar mapear estos estándares en un marco consistente que favorezca la interoperabilidad de las empresas a diferentes niveles [46].

2.6.1.2. Arquitecturas y marcos

Las **primeras arquitecturas y marcos de modelado** que surgieron lo hicieron con un afán integrador. Por ello, en cada una de estas arquitecturas se encuentran

integrados su propia metodología, lenguaje de modelado, herramienta software, etc. Fruto del análisis de diversas arquitecturas existentes, entre ellas CIMOSA, PERA y GRAI, surgió el estándar GERAM, el cual establece los principios que debe cumplir una arquitectura de referencia para ser considerada como tal.

En los últimos años la definición de **nuevas arquitecturas** para el modelado empresarial ha estado basada en las existentes previamente y en el estándar GERAM, con el objetivo de seguir un enfoque integrador que incorpore los requisitos que precisa el nuevo marco económico globalizado.

Actualmente, las arquitecturas de referencia son una área de investigación consolidada, en la cual **GERAM** puede ser considerado como el estándar de referencia, y en la cual existen ejemplos de arquitecturas utilizados con éxito en diversos sectores empresariales. Sin embargo, la principal dificultad de las empresas en el uso de este tipo de arquitecturas no se encuentra en su aplicación, de la cual se pueden encontrar numerosos ejemplos en la literatura, sino en la falta de interoperabilidad. Ésta se debe precisamente a que cada una de las arquitecturas posee su propia metodología, lenguaje de modelado, etc. Por lo tanto, las empresas que implementan diferentes arquitecturas de referencia tienen dificultades para interoperar a nivel de modelado empresarial.

2.6.1.3. Lenguajes

Como ya se ha comentado existen gran cantidad de lenguajes de modelado en la actualidad, los principales puntos débiles asociados se refieren principalmente a los siguientes tres aspectos [100, 106, 127]:

- **Soporte a empresas en entornos dinámicos:** principalmente en cuanto a roles dinámicos, colaboración en el tiempo y soporte a determinados procesos. Los permanentes cambios en este tipo de empresas requiere un modo controlado de gestionar la madurez de sus estructuras y procesos. Actualmente, las metodologías de modelado empresarial no son capaces de tratar con diferentes niveles de madurez. Además, los lenguajes de modelado tienen su punto débil en la externalización transparente y sencilla de políticas y roles dinámicos en las empresas extendidas.
- **Mantenimiento de los modelos empresariales:** los modelos empresariales no son actualizados después de su primera implementación, lo cual reduce el valor de los mismos para mejorar el rendimiento de los procesos de negocio de la empresa.
- **Conexión entre los modelos y la generación de software:** el modelado

empresarial tiene el objetivo de soportar la implementación de software. Sin embargo, existen pocas y aisladas soluciones que consiguen enlazar explícitamente el nivel conceptual de modelado empresarial con el nivel de implementación.

2.6.1.4. Proyecto UEML

Según el estudio realizado en **UEML** existen numerosos pero fragmentados enfoques para el modelado empresarial que cubren parcialmente las dimensiones del marco definido para el proyecto UEML. De esta forma se puede concluir que [174]:

- Cubren diferentes subconjuntos de diferentes componentes del mundo de la ingeniería de la empresa.
- Cubren diferentes partes de la dimensión del ciclo de vida de la empresa.
- Tienen diferente aplicabilidad según la dimensión de generalidad.
- Se dirigen a vistas de modelos en diferente grado.
- En general, proporcionan conceptos similares con distintos nombres, que son difíciles de comparar ya que los lenguajes tienen diferente sintaxis y semántica.

Sobre la necesidad de relacionar los **lenguajes de modelado empresarial**, el proyecto concluye que existe un gran número de diferentes lenguajes, pero que éstos se encuentran superpuestos. La mayoría de estos lenguajes han sido producidos por metodologías empresariales orientadas a la clase de problemas que pretendían resolver. Estos enfoques presentan la tendencia de combinar de forma más o menos integra varios sublenguajes o vistas, de manera que modelos construidos en diferentes lenguajes tienen que relacionarse y los lenguajes tienen que integrarse. La necesidad de integrar distintos lenguajes de modelado y relacionar modelos ha sido reconocida válida en lo que se refiere a la solución de problemas complejos. Pero la integración de varios sublenguajes siempre se realiza en una sola herramienta. Y actualmente, no existen herramientas que soporten la combinación de sus propios modelos con modelos creados con otros lenguajes soportados por otras herramientas. Parece ser que lenguajes completamente integrados permitiendo la creación de modelos que cubran todos las necesidades de la realidad son probablemente inalcanzables y las herramientas que los puedan soportar son demasiado complejas de construir. Por lo tanto, parece que lo razonable es modelar una empresa con varias herramientas para producir un modelo más o menos integrado, lo cual significa que los modelos tienen que poder ser

intercambiados entre herramientas y que las relaciones entre modelos que residen en diferentes herramientas han sido establecidas.

Del anterior razonamiento surge la **necesidad del UEML** para proporcionar un puente entre los lenguajes propietarios y los modelos. De forma que se pueda usar un formato común para intercambiar esos modelos, los cuales pueden estar embebidos en diferentes herramientas. El mayor esfuerzo en cuanto a la definición de este formato común se puede encontrar en el PSL y en el ENV12204, aunque no llegan a resolver el problema. PSL no aborda el problema del mapeado entre un lenguaje de modelado genérico y él mismo. ENV12204 es solamente un conjunto de conceptos útiles para comprender el dominio del modelado empresarial, o incluso del conjunto de cosas que es necesario representar en cualquier lenguaje de modelado, pero su sintaxis no está bien definida y por lo tanto no es posible utilizarlo como un formato de intercambio. Por lo tanto la utilidad del UEML debería residir en una sintaxis y un mapeado bien definidos entre varios lenguajes de modelado y él mismo. Existen otros enfoques que resuelven el problema del intercambio, como son ebXML, WPDL o EAI, pero solo son útiles para definir la comunicación a nivel de negocio entre sistemas de empresas automatizados y no a nivel de intercambio de modelos.

Como se ha comentado anteriormente la tendencia en los **entornos software** es a soportar varios lenguajes y vistas, pero no existen actualmente herramientas que soporten la integración de sus modelos con modelos de otras herramientas, ni mecanismos para el intercambio de modelos empresariales. La mayoría de entornos software implementan un conjunto de lenguajes fijos y soportan una metodología. Solo unos pocos entornos permiten la definición de lenguajes completamente nuevos, ya que ello requiere tener capacidades de metamodelado, METIS y MetaEdit son dos entornos de este tipo.

Existen pocas **metodologías** de ingeniería empresarial con un lenguaje de modelado empresarial específicamente definido. La mayoría de ellas son solamente guías metodológicas. Por el contrario la mayoría de herramientas proponen o prescriben una metodología que ha que ser utilizada, la cual normalmente no se define independientemente de la herramienta y por lo tanto no puede ser reutilizada independientemente de la misma.

Por lo tanto, es **necesario la definición y desarrollo de UEML**, como un enfoque que sea capaz de resolver los problemas que existen en el dominio del modelado empresarial. Pero este enfoque solo tendrá éxito y resultará efectivo si cumple dos condiciones:

- Proporcionar un enfoque global de interoperabilidad entre el software de modelado empresarial siendo algo más que un mero formato de intercambio.

- Clarificar y hacer efectivo el enlace entre el esfuerzo de modelar una empresa y las aplicaciones y software empresarial.

2.6.1.5. Proyecto IDEAS

En IDEAS se hace un repaso del estado del arte en cuanto a modelado empresarial desde las siguientes perspectivas:

- **Metodologías:** concluyen que existen pocas metodologías de modelado empresarial que se definan explícitamente con un lenguaje de modelado. La mayoría de metodologías dan una serie de guías metodológicas muy generales aplicables al proceso de modelado e independientemente de cualquier lenguaje. O por el contrario algunas herramientas software están basadas en una metodología y ésta rara vez está definida independientemente de la herramienta y por tanto no puede ser reutilizada por ella misma.

- **Lenguajes de modelado empresarial:** proporcionan constructores para describir y modelar los roles de las personas, los procesos operacionales y sus contenidos funcionales, así como la información de soporte y las tecnologías de producción y de gestión. Existen gran cantidad de lenguajes de modelado que además se superponen. Pero la integración de los modelos generados mediante estos lenguajes es complicada, puesto que no existen herramientas capaces de integrar los modelos generados mediante lenguajes diferentes. El objetivo a conseguir es la utilización de un formato común, como puede ser el UEML, que permita el intercambio entre diferentes modelos y la creación de un entorno que permita la reutilización de los modelos existentes.

- **Entornos software:** deben dar soporte a los procesos de ingeniería de la empresa y de integración implementando una metodología de ingeniería de la empresa y soportando los lenguajes de modelado con la finalidad de analizar, diseñar y utilizar los modelos empresariales. En este ámbito no existen herramientas que soporten la integración de sus modelos con modelos realizados con otras herramientas. Por lo tanto, no existen mecanismos para el intercambio de modelos empresariales. La mayoría de herramientas implementan un conjunto de lenguajes fijos y una metodología de soporte y pocos permiten la definición de un nuevo lenguaje o alguna adaptación de los lenguajes que implementan.

- **Estándares:** la mayoría de los estándares o proyectos de estandarización relacionados con el modelado empresarial no han sido ampliamente utilizados debido a la falta de convergencia, a pesar de que han sido elaborados por organizaciones institucionales como la ISO, el CEN o el IEC.

Finalmente, en el proyecto se concluye que existen numerosos **lenguajes de modelado empresarial** superpuestos y que existe una tendencia a combinar varios sublenguajes o vistas de manera que se puedan aprovechar los puntos fuertes de cada uno de ellos. Por otra parte, la tendencia en los **entornos software de modelado empresarial** es la de soportar varios lenguajes de modelado, pero no es posible intercambiar modelos entre herramientas que soportan diferentes lenguajes de modelado. En este sentido, UEML se propone como una aproximación más integrada para el intercambio de modelos empresariales entre entornos software de modelado empresarial. Además, en estos entornos existen pocos metalenguajes de modelado empresarial, y los que se presentan permiten simples adaptaciones y solo en unos pocos casos la definición de un nuevo lenguaje.

En el informe del proyecto se considera que el actual desarrollo en el ámbito del modelado empresarial proporciona un soporte para la interconexión de sistemas si su forma de interoperabilidad está basada en la **integración** o la **unificación**, pero no si lo está en la **federación**.

2.6.1.6. Proyecto ATHENA

El modelado empresarial se ha utilizado en la industria principalmente para EA y BPM, y en los últimos años en la definición de sistemas de calidad conformes a la ISO9000. Actualmente, la **evolución del modelado empresarial** se está enfocando a proporcionar lenguajes visuales, patrones de mejores prácticas y espacios de conocimiento visual, así como nuevas soluciones que permitan la parametrización. Las principales **lecciones aprendidas** en relación con el modelado empresarial son las siguientes:

1. **Mejorar la usabilidad:** el modelado debe convertirse en un uso interactivo de modelos activos que permitan entablar conexiones entre partners y usuarios.

2. **Nuevos enfoques, metodologías integradas, familias de plataformas y de soluciones que deben ser co-diseñadas y co-evolucionar:** de forma que la industria asimile el potencial del modelado empresarial para externalizar y compartir espacios de conocimiento empresarial.

3. **Nuevas formas de diseñar y desarrollar soluciones y sistemas software:** que reconozcan las capas de la arquitectura empresarial, de negocio, de conocimiento y tecnológicas.

4. **Ingeniería y arquitectura de sistemas:** se deben mejorar las actuales prácticas para acercar el conocimiento y la lógica de la empresa a la generación

de código.

Uno de los esfuerzos necesarios en este contexto es transmitir a la industria el futuro significado e impacto que el modelado empresarial puede tener en la definición de espacios de conocimiento empresarial y las dimensiones de conocimiento asociadas y sus relaciones. El modelado empresarial deber ser construido sobre aspectos tales como procesos de negocio, organización, productos y servicios, sistemas de información, toma de decisiones, etc. Además, el modelado debe mostrar la información de diferentes formas, proporcionando diferentes vistas dependiendo del observador, la perspectiva y el objetivo perseguido. Por último, el modelado empresarial es el marco y el medio para establecer una **organización basada en el conocimiento** que sea capaz de almacenar, gestionar y compartir la información apropiada entre los colaboradores adecuados.

En cuanto al contexto de las **empresas colaborativas**, los modelos empresariales proporcionan las bases para un entendimiento común de la colaboración y los medios para la especificación de esa colaboración. El modelado de empresas colaborativas requiere constructores y metodologías específicos, además de un cierto nivel de consenso para el intercambio y la integración de los comportamientos de las diferentes organizaciones.

2.6.1.7. Proyecto INTEROP

El **modelado empresarial** debe convertirse en un medio para las empresas que les permita mejorar la comprensión en su negocio, no un objetivo en sí mismo. Uno de los principales puntos débiles del modelado empresarial es la falta de conexiones fuertes entre los modelos empresariales y la generación de software. Existen muchos lenguajes de modelado empresarial, estándares y herramientas, pero las empresas producen pocos modelos empresariales y es muy difícil mantenerlos, utilizarlos para generar software, o intercambiarlos entre diferentes empresas [84]. Las principales conclusiones sobre el estado del arte en técnicas de modelado empresarial, herramientas y estándares llevados a cabo en varios Proyectos Europeos (EXTERNAL [127], UEML [197], IDEAS [100], ATHENA [13] e INTEROP [106]), desde el punto de vista CIM, se pueden resumir en las siguientes:

- Existen un gran número de lenguajes, estándares, marcos, metodologías y herramientas relacionadas con el modelado empresarial, las cuales cubren diferentes partes de las dimensiones definidas en **GERAM** e incluso coinciden en parte.

- Las **herramientas de modelado empresarial** normalmente solo soportan un lenguaje y metodología de modelado empresarial específico, y solo unas pocas de ellas permiten la definición de un nuevo lenguaje o alguna adaptación de lenguajes que puedan ser implementadas. Además, no existen herramientas que permitan integrar sus modelos con modelos llevados a cabo con otras herramientas de modelado empresarial. Por lo tanto, no existen mecanismos para el intercambio de modelos empresariales entre empresas.

- Los **estándares de modelado empresarial** son necesarios para la integración y la interoperabilidad empresarial, y existen muchos relacionados con el modelado empresarial. Sin embargo, debido a su asociación a una plataforma o tecnología específica, son muy poco utilizados y no tienen impacto en la industria.

- Algunos estudios se están llevando a cabo en relación con el PIMs, PSMs, UML Profiles, QVT, etc. en el marco de la arquitectura **MDA** definida pero el OMG, pero la caracterización del CIM y las propiedades que un modelo empresarial deben satisfacer para ser considerado CIM y generar software adecuado están todavía en progreso.

Por lo tanto, el principal problema relacionado con los lenguajes de modelado empresarial se puedes situar en dos ejes:

- **Horizontal:** la falta de interoperabilidad entre lenguajes de modelado empresarial y sus correspondientes herramientas de modelado empresarial. Puesto que casi todos los tipos de lenguajes poseen especificaciones propietarias y solo pueden ser implementados con herramientas específicas diseñadas para este fin. Este problema hace difícil la interoperabilidad de las empresas a nivel conceptual. Las principales soluciones proporcionadas por la comunidad científica, en este sentido, están enfocadas en definir un lenguaje de intercambio común que se puede convertir en un estándar entre los lenguajes de modelado empresarial existentes, como es el objetivo del UEML [197] o POP* [151].

- **Vertical:** la débil conexión entre los modelos empresariales y la generación de software causa que las empresas realicen pocos modelos, los cuales son difíciles de adaptar y por lo tanto no son útiles para su propósito inicial. Iniciativas como MDA [156], promocionadas por el OMG intentan solucionar este tipo de problemas.

2.6.1.8. Metamodelos

Como se ha comentado en la Sección 2.4.7, la finalidad del estudio de los metamodelos presentados es llegar a la comprensión sobre cuales son los principales conceptos y sus correspondientes constructores que se utilizan en el modelado empresarial, a fin de caracterizar las diversas dimensiones empresariales y con ello el nivel CIM.

Partiendo del estudio de UEML [197] y POP* [151], y teniendo en cuenta que en su definición se ha tratado de incorporar el background de los lenguajes de modelado empresarial más representativos, se pueden identificar las siguientes **dimensiones empresariales en el contexto del modelado empresarial**:

- **Core:** en realidad no sería una dimensión empresarial en sí misma, sino que recogería aquellos conceptos empresariales nucleares y que son utilizados por el resto de dimensiones.
- **Proceso:** conocimiento sobre las diferentes actividades que se realizan en una empresa para llevar a cabo un determinado proceso de negocio, así como de los recursos necesarios y las restricciones que se tiene.
- **Organización:** conocimiento sobre la estructura organizativa de la empresa en unidades organizativas, así como de los roles existentes en cada una de ellas.
- **Producto:** conocimiento sobre los productos y servicios que la empresa ofrece tanto desde el punto de vista material como de negocio en el caso del producto.
- **Decisión:** conocimiento sobre la estructura y procesos necesarios para la toma de decisiones en la empresa.
- **Infraestructura:** conocimiento sobre los elementos de la infraestructura empresarial y los servicios que ésta proporciona.

El Cuadro 2.32 muestra a partir de las anteriores dimensiones empresariales propuestas en los mencionados metamodelos, cuales son los constructores identificados en cada una de ellas, así como el metamodelo origen.

Además, con la finalidad de completar la propuesta de dimensiones empresariales que se pretende seguir en este trabajo de investigación, se han añadido las diferentes vistas provenientes de las arquitecturas de referencia analizadas en la Sección 2.4.2.

Cuadro 2.32: Dimensiones empresariales: contexto del modelado empresarial y del conocimiento.

Dimensión	Tipo	Constructores (CO) / Vistas (VI) / Categorías (CA)	Origen
Core	CO	Sistema, objeto, c-objeto, comunidad, s-comunidad	ODP
	CO	Objeto UEML, Modo UEML, objeto, objeto de información, geometría, tipo de rol	UEML
	CO	Objeto empresarial, capacidad, rol, localización, propiedad	POP*
	VI	De información	CIMOSA
	VI	De datos, de control	ARIS
	VI	De información	MISSION-IEM
	VI	Estructura de la información	ArchiMate
	CA	Actividad, ocurrencia de actividad, punto temporal y objeto	PSL
Proceso	CO	Proceso, paso, acción	ODP
	CO	Flujo, flujo de recurso, flujo de control, flujo de entrada/salida, flujo de restricción, flujo objetivo, actividad, rol de recurso, recurso, recurso humano, recurso material, puerto, puerto de entrada, puerto de salida, operador de conexión, anclaje	UEML
	CO	Rol de proceso, flujo, evento, control, input, output, recurso, proceso, flujo, punto de decisión, gateway	POP*
	VI	Funcional	CIMOSA
	VI	Funcional, de proceso	GRAI, ARIS
	VI	Producción	PERA
	VI	De cadena de procesos	MISSION-IEM
	VI	Función de negocio, realización de servicios, cooperación de procesos de negocio, procesos de negocio	ArchiMate
	VI	Funcional, procesos, workflow	ARDIN
	CA	Actividad, marketing, tiempo	EO
Organización	CO	Parte, propietario, propósito, alcance, sentencia de alcance, política, rol, objetivo, estado, rol de actor, rol de artefacto, rol de recurso, rol de interfaz	ODP
	CO	Unidad organizativa, rol de organización, persona	POP*
	VI	De recursos, organizativa	CIMOSA
	VI	De recursos, de indicadores de rendimiento	GRAI
	VI	Humana/organizativa, sistemas de información	PERA
	VI	Organizativa	ARIS, ARDIN
	VI	Organizativa, cooperación de actores	ArchiMate
	CA	Organización, estrategia	EO
Producto	CO	Producto, servicio; concepto, función y elemento de producto	POP*
	VI	De producto	ARIS
	VI	Producto	ArchiMate
Decisión	CO	Estructura de decisión, centro de decisión, actividad de decisión	POP*
Infraestructura	CO	Infraestructura, servicio y componente informático; arquitectura lógica, elemento de la arquitectura lógica, aplicación, componente tecnológico, función del componente informático	POP*
	VI	Cooperación de aplicaciones, uso de aplicaciones, comportamiento de aplicaciones, estructura de la aplicación, infraestructura, uso de la infraestructura, despliegue e implementación	ArchiMate

2.6.2. Perspectiva del modelado del conocimiento

El modelado del conocimiento es una disciplina compleja que requiere la participación y conjunción de diferentes áreas de investigación, entre ellas la lógica, la ontología y la computación. En la sección correspondiente se han expuesto cuales son las principales técnicas y lenguajes que se pueden utilizar provenientes de cada una de estas disciplinas.

En el caso de la lógica, existen actualmente múltiples variantes de la lógica de primer orden, la más comúnmente utilizada para la representación del conocimiento. Estas variantes lo son en la notación, en el modelo de prueba, de teoría, etc. con el objetivo de ofrecer diversas ventajas en la representación del conocimiento según el problema que intentan resolver. Sin embargo, y aunque el resto de técnicas analizadas tengan subyacente la lógica de primer orden con la finalidad de hacer la representación del conocimiento computable, en este trabajo se ha descartado su utilización puesto que lo que se pretende es la obtención de un modelo visual del conocimiento empresarial.

En lo referente a la ontología, se ha mostrado como una ontología, entre otras cosas, es el esqueleto que permite una posterior representación consistente del conocimiento, además de un punto de consenso entre el conocimiento que más tarde se deseara modelar. Por lo tanto, la definición de una ontología y en primer lugar la determinación de las categorías que la forman será un primer paso necesario en la representación del conocimiento que se seguirá en este trabajo de investigación. Por ello, se han analizado tres ontologías empresariales para determinar cuales son las principales categorías ontológicas que recogen.

En el análisis de las técnicas y lenguajes para la representación del conocimiento se ha expuesto la gran variedad de ellas que existen, pero sobre todo la necesidad de elección de la más adecuada al problema que se intenta resolver. En particular, se ha identificado como UML puede ser un lenguaje adecuado para la representación del conocimiento. Teniendo en cuenta la necesidad de utilizar un lenguaje visual para la representación del conocimiento que además pueda ser relacionado con el modelado empresarial, UML se convierte en el candidato ideal para intentar resolver el problema que plantea este trabajo de investigación.

Por último, en el Cuadro 2.32 se han añadido las diversas categorías ontológicas propuestas en las ontologías empresariales analizadas en la Sección 2.5.2, con una doble finalidad. Por una parte, la de completar el abanico de las dimensiones empresariales propuestas y consideradas en este trabajo. Y por otra, la de enlazar el contexto del modelado empresarial con el del modelado del conocimiento a través de las ontologías empresariales analizadas.

2.6.3. El modelado del conocimiento empresarial en el ámbito de las empresas virtuales

Los beneficios de los **sistemas de gestión del conocimiento** están bien descritos en un gran número de artículos [132], muchos de los cuales están relacionados con el contexto de las **empresas virtuales**. Este tipo de empresas necesitan establecer una cooperación verdadera entre sus socios con la finalidad de generar productos o servicios. Las TIC son utilizadas para crear o enlazar recursos productivos, incluyendo investigación, fabricación, diseño, negocio, aprendizaje y formación. Así, la arquitectura de sistemas de información en una empresa virtual debe proporcionar un conjunto de instrumentos para soportar la integración inteligente de la empresa virtual [40]. Esta infraestructura tecnológica, también aplicada a la gestión del conocimiento, puede mejorar la interoperabilidad entre los socios de una empresa virtual. Sin embargo, los principales **problemas** al establecer este tipo de sistemas en las empresas virtuales son las siguientes:

- Los partners que forman la empresa virtual implementan procesos distintos con diferentes reglas y procedimientos para llevar a cabo las actividades de su negocio.
- Los partners en una empresa virtual normalmente poseen diferentes tipos de infraestructura, estructura organizativa, unidades decisionales, etc.
- El éxito de cada uno de los partners que forman la empresa virtual es debido a múltiples factores, tales como el know-how, el uso de recursos, las habilidades nucleares, etc.
- Los datos, notaciones, documentos, etc., gestionados por cada partner son diversos y algunas veces los mismos documentos son utilizados con distintos propósitos.

Por lo tanto, y a pesar del hecho de que las TIC son muy importantes en la comunicación y distribución del conocimiento entre los partners de una empresa virtual, la definición de un **marco conceptual común** que les permita obtener un entendimiento común sobre el negocio y los objetivos de la empresa virtual es también necesario.

Uno de los puntos débiles de este tipo de sistemas, sobre todo en las empresas virtuales, es la necesidad de enlazar el marco conceptual con el nivel tecnológico, especialmente para la representación del conocimiento [81]. Siendo el modelado empresarial un mecanismo que puede ser utilizado, además de para externalizar el conocimiento de la empresa virtual, para establecer ese marco común de entendimiento

entre los partners de la empresa virtual. Sin embargo, los **puntos débiles** más importantes a tener en cuenta en el contexto del modelado empresarial son los siguientes:

- La falta de interoperabilidad entre modelos empresariales.
- La dificultad existente para la generación de software a partir de modelos empresariales.
- La falta de modelar directamente la dimensión del conocimiento.

En general, las principales propuestas para la solución de estos problemas se pueden resumir en las siguientes **líneas de actuación**:

- Proporcionar capacidades para la extensibilidad de los lenguajes de modelado empresarial existentes.
- Potenciar UEML y POP*, con la obtención de versiones revisadas que incorporen interoperabilidad con otros lenguajes de modelado empresarial. Potenciar su uso como formato de intercambio y como un lenguaje más de modelado empresarial.
- Desarrollar herramientas de software libre que implementen lenguajes como UEML y POP*, y ofrezcan capacidades de metamodelado.
- Separar las especificaciones de los lenguajes de modelado de las metodologías y herramientas software usadas para su aplicación.
- Promocionar el uso de enfoques que permitan la transformación de modelos con el fin de generar software.
- Potenciar la convergencia con otras áreas de investigación como son las ontologías y los organismos responsables de definir estándares.

Finalmente, a partir del análisis realizado se define la propuesta de este trabajo de investigación, la cual está basada en proporcionar una **propuesta de modelado empresarial orientado al modelado del conocimiento empresarial en las empresas virtuales**, con el fin de establecer un marco conceptual de conocimiento que permita la implementación eficiente de su sistema de gestión del conocimiento. Teniendo en cuenta los problemas detectados en este capítulo la propuesta de modelado se fundamenta en las siguientes premisas (ver Cuadro 2.33):

Cuadro 2.33: Propuesta para el modelado del conocimiento empresarial: problemas y soluciones.

Propuesta	Problema	Solución
Basada en UEML y POP*	Para evitar los problemas del modelado empresarial a **nivel horizontal**, es decir, de interoperabilidad entre distintos lenguajes de modelado empresarial	La propuesta tendrá en cuenta los constructores y dimensiones expresadas en los **metamodelos de UEML y POP***
Basada en MDA	Para evitar los problemas del modelado empresarial a **nivel vertical**, es decir, la dificultad para generar software a partir de modelos empresariales	La propuesta se basará en los **principios de la arquitectura MDA** de forma que se favorezca la transformación de modelos hacia niveles inferiores de abstracción
Basada en UML	Para evitar que el modelado empresarial no cumpla con su finalidad de **externalizar el conocimiento**	UML es un lenguaje utilizado para el **modelado empresarial** y además adecuado para la **representación del conocimiento**. La propuesta aprovechara además la capacidad de extensión proporcionada por los Perfiles de UML para extender este lenguaje al dominio del modelado del conocimiento empresarial. Con lo cual se añadirá una **dimensión del conocimiento** específicamente con el objetivo de conseguir una mayor externalización del conocimiento por parte del modelado empresarial

Capítulo 3

Estado del arte: UML como lenguaje de modelado empresarial

En el anterior capítulo se ha analizado el gran número de lenguajes de modelado empresarial existentes así como diversas técnicas para modelar el conocimiento. El **Unified Modeling Language** (UML) es un lenguaje de modelado orientado a objetos de propósito general que no ha sido utilizado habitualmente para el modelado empresarial. Sin embargo, se ha identificado como un lenguaje adecuado para la representación del conocimiento y con numerosas ventajas, tales como el ser un estándar de facto en el modelado orientado a objetos, o haber sido usado satisfactoriamente en el desarrollo de sistemas informáticos en diferentes dominios. Por otra parte, la puesta en marcha de nuevas iniciativas para su orientación al desarrollo dirigido por modelos, junto con los nuevos trabajos propuestos por el OMG a nivel de modelado empresarial lo hacen un candidato ideal para el modelado del conocimiento empresarial.

Entre las iniciativas propuestas por el OMG (Object Management Group) para promover la generación de código a partir de modelos destaca la **Model Driven Architecture** (MDA). La filosofía de esta arquitectura se basa en la idea de que el modelado de sistemas cambiará irrevocablemente la manera en que el software se escribe. Y nada más cierto, en realidad actualmente todo el software se modela. El principal problema es que en muchas ocasiones el modelo sobre cuál es el diseño de los datos o del software solo permanece en la mente del programador durante unos minutos, para luego perderse para siempre con la consiguiente pérdida de conocimiento. Para solucionar este problema se pretende que MDA se convierta en otro paso en la evolución del desarrollo en el campo de la Ingeniería del Software, de manera que la generación de código a partir de modelos sea solo un nivel más de compilación [156].

De manera que los desarrolladores de aplicaciones software se convenzan de que éste es el mejor método para escribir software reutilizable e interoperable, al igual que la madurez de los lenguajes de programación de alto nivel ha demostrado en relación con el código máquina.

Por todo ello el resto de iniciativas propuestas por el OMG con la finalidad de propugnar el desarrollo de sistemas informáticos a partir de modelos se están desarrollando a diferentes niveles, por supuesto a nivel de middleware donde CORBA es uno de sus mayores logros, pero también a nivel conceptual. A este nivel, UML proporcionaba ya el formalismo necesario para el modelado y construcción de sistemas informáticos, pero el modelado de toda la empresa en su conjunto no había sido abordado específicamente hasta ahora. En este sentido, el OMG está desarrollando diferentes iniciativas como **Business Motivation Model** (BMM), **Business Process Modeling Notation** (BPMN), o **Semantics of Business Vocabulary and Business Rules** (SBVR) con el objetivo de cubrir estos déficits. Por toda esta serie de razones, y puesto que UML va a ser utilizado para implementar la propuesta de modelado presentada en este trabajo de investigación, en este capítulo se aborda el uso de UML como lenguaje de modelado empresarial. Además, se analiza desde el punto de vista técnico la capacidad de los perfiles de UML como mecanismo de extensión del lenguaje UML, para lograr este fin.

Para ello en primer lugar se muestra una revisión del marco de modelado definido por el OMG desde el punto de vista de su utilidad para el modelado empresarial, el cual incluye UML y otras especificaciones como el Model Driven Architecture (MDA) o Meta Object Facility (MOF). Luego, se presenta una breve descripción de las principales características de este lenguaje de modelado en su actual versión. Finalmente, se describen diversos trabajos desarrollados en el contexto del OMG a nivel CIM, mostrando las principales conclusiones del análisis de estas propuestas.

3.1. Marco de modelado definido por el OMG

El Object Management Group, Inc. (OMG) [164] fundado en 1989 es una organización internacional sin ánimo de lucro integrada por más de 800 miembros, que se estructura en forma de consorcio sin ánimo de lucro formado por vendedores y desarrolladores de aplicaciones software, el cual incluye también a los usuarios finales. Fundado en 1989, el OMG tiene el propósito de promover la teoría y práctica de la tecnología orientada a objetos en el desarrollo de sistemas software. Este propósito se materializa en el establecimiento de guías y especificaciones de gestión de objetos que proporcionan un marco común para el desarrollo de aplicaciones que mejoren la interoperabilidad y distribución de los sistemas software. Los objetivos primordiales de la organización son la reusabilidad, la portabilidad y la interoperabilidad del software basadas en objetos en entornos distribuidos y heterogéneos. Su propósito final es que conforme a estas especificaciones sea posible desarrollar sistemas heterogéneos en la mayoría de plataformas y sistemas operativos [155].

Uno de los objetivos del OMG es tener en cuenta el rápido crecimiento de la tecnología orientada a objetos y dirigir su desarrollo. Una de las principales aportaciones del grupo en este sentido ha sido la Object Management Architecture (OMA), utilizada como un modelo de referencia para el desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos. Esta arquitectura proporcionaba la primera infraestructura conceptual sobre la cual se basaban otras especificaciones del OMG. OMA se describe en la documentación de la especificación Common Object Request Broker Architectures (CORBA), la cual además incluye [155]:

- **Object Management Architecture Guide:** define los objetivos y terminología técnicos del OMG, y describe los modelos conceptuales sobre los cuales están basados sus estándares. Se trata por tanto de una arquitectura marco para los estándares del OMG que proporciona además información sobre sus políticas y procedimientos para establecer la forma en que los estándares son propuestos, evaluados y aceptados.

- **Common Object Request Broker Architectures and Specification (CORBA):** contiene la arquitectura y especificaciones para el Object Request Broker, el cual permite la comunicación entre aplicaciones distribuidas mediante objetos.

- **Common Object Services (CORBAservices):** contiene las especificaciones para los servicios sobre objetos del OMG, es decir, para soportar el ciclo de vida de gestión de los objetos.

- **Common Facilities Specifications (CORBAfacilities):** conjunto de servicios que muchas aplicaciones pueden compartir, pero los cuales no son fundamentales como servicios sobre objetos. Son funciones genéricas tales como la impresión, el correo electrónico, etc. que pueden ser consideradas de utilidad común, y que serán usadas por la mayoría de sistemas.

El marco formado por CORBA y OMA soporta la integración de aplicaciones, pero enfocado exclusivamente a cuestiones que afectan a los sistemas orientados a objetos distribuidos. Así OMA y CORBA fueron especificados como un marco software, para guiar el desarrollo de tecnologías para la adopción del OMG. Este marco tiene el mismo espíritu que el 'OSI Reference Model' y el 'Reference Model of Open Distributed Processing (RM-ODP or ODP)' [109, 110]. El marco proporcionado por OMA identifica tipos de partes que son combinados para formar sistemas distribuidos y, junto con CORBA, especifica tipos de conectores y las reglas para su uso [156].

Actualmente, el OMG ha definido CORBA como su plataforma middleware, la cual incluye el Interface Definition Language (OMG IDL) y el protocolo (IIOP). Además, la arquitectura OMA se ha integrado en una más general denominada Model Driven Architecture (MDA). En 2001 el OMG adoptó este segundo marco el cual no es, como OMA y CORBA, un marco para la implementación de sistemas distribuidos. MDA es un enfoque para usar los modelos en el desarrollo de software [156]. Su principal finalidad es propugnar el desarrollo de sistemas informáticos a partir de modelos conceptuales y mediante la transformación de los mismos a diferentes niveles favoreciendo la reusabilidad, portabilidad e interoperabilidad de los sistemas software. Para ello, MDA estable diferentes niveles o puntos de vista de forma similar al modelo de bases de datos SPARC [195] que estable tres puntos de vista: conceptual, físico y lógico; o el RM-ODP [109, 110] que establece cinco para especificar sistemas distribuidos. Un punto de vista de un sistema es una técnica de abstracción que usa un conjunto específico de conceptos arquitecturales y reglas estructurales, con la finalidad de establecer el enfoque en un interés particular dentro de ese sistema [156]. Los tres niveles o puntos de vista esta arquitectura son los siguientes:

- **Computation Independent Viewpoint:** para representar los requisitos del sistema en el entorno en el que va a operar.
- **Platform Independent Viewpoint:** para modelar su funcionalidad pero sin determinar cómo y en qué plataforma lo va a hacer.
- **Platform Specific Viewpoint:** el cual combina el punto de vista independiente de la plataforma con un enfoque adicional sobe el detalle de su uso en un plataforma específica.

La idea más interesante de este enfoque es la posibilidad transformar los modelos mediante herramientas y especificaciones que automaticen al máximo el proceso de transformación. Además, la arquitectura sienta las bases sobre las cuales se establecen el resto de especificaciones propuestas por el OMG.

El éxito del OMG en algunas de sus especificaciones se debe entre otros a su modo de trabajo, puesto que las especificaciones y otros documentos de trabajos, como las peticiones de propuestas, se pueden obtener gratuitamente desde su pagina web y otras fuentes. Además, el OMG es una organización abierta a la participación de cualquier compañía en sus procesos de estandarización, los cuales se basan en un sistema de votación que garantiza que cualquier miembro por pequeño que sea es escuchado en este proceso. Las especificaciones del OMG recogen información sobre las peticiones de información, de propuestas y de comentarios, así como de las repuestas de sus miembros. Éstas adoptadas como estándares solo cuando los representantes de los miembros del OMG las aceptan como tales mediante el sistema de votación.

A continuación, se describe con más detalle algunas de estas especificaciones propuestas por el OMG para el modelado. En concreto, la arquitectura MDA y otras especificaciones adoptadas por el OMG a nivel conceptual que establecen un marco común junto con UML para el modelado orientado a objetos se presentan en las siguientes secciones.

3.1.1. Model Driven Architecture (MDA)

Los enfoques **Model Driven Engineering** (MDE) o **Model Driven Development** (MDD) son un nuevo paradigma en el contexto de la Ingeniería del Software. Estas iniciativas intentan mejorar el proceso de desarrollo de software enfocándolo hacia los modelos como elementos primordiales, y las transformaciones como las principales operaciones llevadas a cabo sobre los modelos (utilizadas para mapear la información desde un modelo a otro). Este nuevo enfoque debe tener importantes consecuencias en la forma en que los sistemas informáticos son construidos y mantenidos, así como en su interoperabilidad [1, 26, 67].

La **Model Driven Architecture** (MDA) [121, 154, 156, 158], ejemplo de los anteriores enfoques, fue propuesta por el OMG en 2001 como una arquitectura para el desarrollo de aplicaciones. La iniciativa pretendía promover la utilización de modelos como medio fundamental para el diseño e implementación de sistemas. Así, el proceso de desarrollo de software debe estar guiado por los modelos, lo cual en inglés se denomina 'model driven'. Dos de las actividades más importantes por lo tanto en la construcción de sistemas pasan a ser el modelado y las transformaciones entre modelos.

La idea se centra en la importancia de utilizar modelos de empresa a diferente nivel de abstracción para la implementación de un sistema y haciéndolo independiente de la plataforma tecnológica que se vaya a utilizar, con la finalidad última de generar sistemas más portables y adaptables a las nuevas tecnologías que puedan surgir, y por lo tanto más interoperables.

Actualmente, uno de los principales objetivos recogidos en la guía MDA versión 1.0.1 propuesto por el OMG es conseguir la separación entre el conocimiento del dominio y el tecnológico, es decir, la lógica de las aplicaciones o negocio de la plataforma tecnológica; de forma que los sistemas informáticos resistan los rápidos cambios tecnológicos que actualmente se producen. De esta manera las aplicaciones construidas usando MDA y los estándares asociados pueden ser implementadas en diversidad de plataformas abiertas y propietarias que incluyen CORBA, J2EE, .NET, web services, etc. Por lo tanto, MDA proporciona un marco para el desarrollo de sistemas informáticos basado en la separación de la especificación funcional del sistema y la implementación de dicha funcionalidad en una determinada plataforma tecnológica. Con ello MDA pretende definir aplicaciones y modelos de datos que permitan flexibilizar a largo plazo:

- **La implementación:** para poder integrar nuevas infraestructuras de implementación con los diseños existentes.
- **La integración:** para automatizar la producción de puentes de integración de datos y la conexión con nuevas infraestructuras de integración.
- **El mantenimiento:** la disponibilidad del diseño de formularios interpretables por el ordenador ofrece a los desarrolladores acceso directo a las especificaciones del sistema de manera que se haga más simple su mantenimiento.
- **La prueba y simulación:** puesto que los modelos desarrollados pueden ser usados para generar código, pueden ser además validados en función de los requisitos, probados en varias infraestructuras y utilizados directamente para simular el comportamiento del sistema.

MDA es un enfoque que insta al uso de modelos en el desarrollo de software. Pero la idea principal consiste en separar la especificación de la funcionalidad de un sistema de los detalles de la forma en que el sistema usa las capacidades de una determinada plataforma. Para conseguirlo MDA define un marco en el cual se puede:

- Especificar un sistema independientemente de la plataforma que lo soporte.
- Especificar plataformas sobre las que desarrollarán los sistemas.

- Elegir una plataforma específica para un sistema.
- Transformar las especificación de un sistema para una plataforma específica.

Para ello en MDA, los modelos son artefactos de primera clase, integrados en el proceso de desarrollo a través de la cadena de transformaciones desde el PIM pasando por el PSM hasta las aplicaciones codificadas. Para posibilitar este proceso, el MDA requiere que los modelos sean expresados en un lenguaje basado en MOF. Esto garantiza que los modelos puedan ser almacenados en un repositorio conforme a la especificación MOF, parseados y transformados por herramientas conforme MOF, y representados en XMI para ser transportados a través una red. Esto no restringe los tipos de modelos que pueden ser usados, actualmente los lenguajes basados en MOF modelan la estructura de las aplicaciones, el comportamiento de diferentes maneras y los datos. UML y el Common Warehouse Metamodel (CWM) son dos buenos ejemplos de lenguajes basados en MOF, pero no son los únicos que pueden ser usados [156].

Cada especificación basada en MDA tiene como normativa base dos niveles de modelos: un Platform-Independent Model (PIM), y uno o más Platform-Specific Models (PSM). Muchas especificaciones, serán definidas en UML, haciendo que este lenguaje de modelado estándar del OMG se convierta en uno de los fundamentos de MDA. Aunque el uso de UML, se convierta en algo común no es un requisitos; sin embargo, MOF es un fundamento de modelado obligatorio para MDA. Por esta razón en las próximas secciones se analizarán las principales características de MOF y UML, que junto con XMI constituyen la familia de estándares OMG para el modelado de arquitecturas y sistemas software distribuidos [155]. Sin embargo, antes de hacerlo se describen los principales componentes y beneficios del enfoque MDA.

3.1.1.1. Componentes de MDA

En MDA un **sistema** puede incluir entre otros: un programa, un solo sistema informático, algunas combinaciones de partes de diferentes sistemas, una federación de sistemas, gente, una empresa, una federación de empresas, etc. Y un **modelo de un sistema** se define cono una descripción o especificación de ese sistema y su entorno para cierto propósito. Un modelo muestra a menudo una combinación de gráficos y texto. El texto puede estar en un lenguaje de modelado o en lenguaje natural.

MDA es un enfoque para el desarrollo de sistemas, el cual aumenta el poder de los modelos en ese desarrollo. Está dirigido por los modelos porque propicia el uso de modelos para la comprensión, diseño, construcción, despliegue, operación, mantenimiento y modificación del sistema. Por lo tanto, MDA prescribe el uso de ciertas clases de modelos, cómo estos modelos deben ser preparados y las relaciones

de las diferentes clases de modelos. Un sistema se puede observar y analizar desde diferentes puntos de vista, de forma que usando un conjunto de conceptos arquitecturales y reglas estructurales se realiza un abstracción para poner el punto de atención en determinados aspectos de ese sistema. MDA especifica tres puntos de vista para un sistema: un punto de vista independiente de la computación, otro independiente de la plataforma y un último dependiente de una plataforma específica. De esta forma, MDA define tres niveles conceptuales:

- **Computation Independent Model (CIM):** para representar el dominio y los requisitos del sistema en el entorno en el que va a operar, está relacionado con los modelos de negocio y proporciona una visión holística de la empresa.
- **Platform Independent Model (PIM):** para modelar la funcionalidad del sistema pero sin determinar como y en qué plataforma sera implementado, está centrado en la información y en una visión computacional del sistema.
- **Platform Specific Model (PSM):** en el cual se transforma el PIM en un modelo dependiente de la plataforma escogida, está enfocado desde al punto de vista tecnológico.

Por lo tanto, el nivel CIM especifica los requisitos, y los niveles PIM y PSM especifican el diseño e implementación del sistema respectivamente. El PIM y el PSM no deben violar el CIM [97]. La gran ventaja que puede tener esta arquitectura respecto de otras propuestas es que contempla la posibilidad de transformar los modelos representados en diferentes niveles de abstracción mediante herramientas que automaticen al máximo este proceso hasta la generación de código. Así por ejemplo, la idea es transformar lo más automáticamente posible un PIM en un o más PSMs, es decir, aplicando un conjunto de reglas de transformación [74]. Es importante señalar que el hecho de que a partir de un mismo PIM se puedan obtener varios PSMs, es una de las características que fomentan la reusabilidad, portabilidad e interoperabilidad de este enfoque.

MDA es una nueva manera de escribir especificaciones y desarrollar aplicaciones basadas en un modelo independiente de la plataforma (PIM). Una especificación completa de MDA consiste en modelo UML independiente de la plataforma (o realizado con cualquier otro lenguaje de modelado), más uno o más modelos específicos de la plataforma (PSM) y un conjunto de definición de interfaces, cada una describiendo como el PIM se implementa en una plataforma middleware directa. Por lo tanto, una aplicación completa MDA consiste en un PIM más un PSM e implementaciones completas, cada una en la plataforma que el desarrollador decida elegir para soportar la aplicación.

3.1.1.2. Beneficios de MDA

El desarrollo MDA está enfocado en primer lugar a la funcionalidad y el comportamiento de sistemas o aplicaciones distribuidas, independientemente de la tecnología en la cual vayan a ser implementados. Por lo tanto, MDA separa los detalles de la implementación de las funciones de negocio. Su principal ventaja, es que no es necesario repetir el proceso de modelado del comportamiento o funcionalidad de una aplicación o sistema cada vez que aparece una nueva tecnología. Otras arquitecturas están ligadas a un tecnología en particular, con MDA el funcionamiento y el comportamiento se modelan una y solo una vez.

Cada nueva especificación MDA o aplicación construida puede interoperar con otras especificaciones y servicios diseñados en dichas especificaciones. En MDA la especificación base de cada servicio y aplicación es un modelo independiente de la plataforma. En el entorno de modelado independiente de la plataforma, los arquitectos pueden especificar enlaces desde una aplicación hasta los servicios necesarios y utilidades y hasta otras aplicaciones como parte de su modelo. Trabajando con esta estructura de modelos enlazados, las herramientas MDA automáticamente construyen puentes que conectan implementaciones en sus diversas plataformas middleware. Además, otra de las ventajas de MDA es que existen 'Task Forces' de dominios específicos en el OMG que están empezando a escribir especificaciones en MDA para esos dominios que podrán ser reutilizadas.

Para resultar beneficioso para la industria, un estándar debe ser utilizado por una masa crítica de empresas. Los estándares dependientes de la tecnologías tienen dificultad, debido a la incompatibilidad de las plataformas existentes, en conseguir esa masa crítica. Otras veces el problema, reside en que algunos estándares industriales excelentes han sido adoptados en el sentido formal, pero han fracasado ya que pocas empresas pueden soportan las plataformas para las que fueron escritos. MDA pretende superar este problema. Con MDA, la descripción funcional de cada estándar es tecnológicamente independiente, y la arquitectura tiene la capacidad de producir implementaciones con interoperabilidad sobre múltiples plataformas. Esto permite a un determinado sector definir la funcionalidad del negocio y el comportamiento de sus estándares como un PIM, y entonces producir PSMs e implementaciones en cualquier plataforma que los participantes necesiten.

Los tres beneficios más importantes de la utilización del enfoque MDA para las empresas son:

- Una arquitectura basada en MDA está siempre preparada para responder a las necesidades futuras.

- MDA facilita integrar aplicaciones a través de los límites del middleware.
- Las facilidades de dominio definidas sobre MDA por las 'Domain Task Forces' del OMG proporcionarán una amplia y duradera interoperabilidad, estando disponible sobre una plataforma preferentemente o en múltiples plataformas cuando sea necesario.

Además, si se analizan los principales objetivos perseguidos por MDA los beneficios obtenidos son los siguientes:

- **Reusabilidad:** se puede definir especificaciones típicas de un dominio a nivel de PIM, que luego pueden ser reutilizadas por diferentes empresas. Además, una misma empresa puede generar diversos PSMs a partir de un mismo PIM o de sucesivas modificaciones del mismo.
- **Portabilidad:** la independencia entre el conocimiento o lógica del dominio de la plataforma tecnológica utilizada para la implementación aseguran la portabilidad de los sistemas. De manera que los sistemas pueden ser fácilmente migrables a diferentes plataformas a partir de su correspondiente PIM. Con lo cual el sistema no se liga a una determinada tecnología y puede adaptarse de forma más flexible a los rápidos cambios tecnológicos que se puedan producir.
- **Interoperabilidad:** la interconexión de diferentes especificaciones a nivel de su PIM, hace que se pueda disponer de una estructura de modelos enlazados, a partir de los cuales se pueden generar de forma automática puentes que conecten implementaciones en diferentes plataformas. De esta forma se asegura la interoperabilidad de los sistemas.
- **Productividad:** se mejora el proceso de desarrollo de aplicaciones puesto que la idea es automatizar la transformación de modelos para la generación final de código. De manera que el proceso puede ser repetido cada vez que se deba producir un cambio en los modelos o se desee migrar a otra plataforma. La repetitividad y el enlace directo entre el modelo y su transformación en código, harán que el proceso de desarrollo de software sea más rápido y con menos fallos, con lo cual se aumentará la productividad.
- **Mantenibilidad:** se favorece la mantenibilidad del sistema, puesto que las modificaciones se realizan a nivel de PIM, y luego se puede repetir el proceso de generación automática del software. Con lo cual, se mantienen los modelos actualizados y toda la documentación del sistema se puede generar de forma automática.

3.1.1.3. Caracterización del nivel CIM

El nivel CIM describe el dominio y requisitos del sistema en un modelo que es independiente de las representaciones computacionales y está expresado en el vocabulario de los expertos del dominio. El nivel CIM se corresponde con el modelo de requisitos desde la perspectiva de la conceptualización, y debe consistir en un modelo desde el punto de vista informacional, el cual captura información sobre los datos de un sistema.

CIM describe la situación en la cual el sistema será utilizado. Los modelos que se desarrollan a este nivel se denominan en ocasiones modelo del dominio o de negocio. Este modelo puede esconder mucha o toda la información sobre el uso de los sistemas de procesamiento de datos automatizados. Típicamente este modelo es independiente de como el sistema sea implementado.

Un modelo CIM es un modelo de un sistema que muestra el sistema en el entorno en el cual va operar, y por tanto ayuda presentando exactamente lo que se espera que el sistema haga. Es útil, no solo cono una ayuda para comprender un problema, sino también como una fuente de vocabulario compartido para ser utilizado en otros modelos. En una especificación MDA de un sistema los requisitos CIM deben ser trazables hasta los constructores PIM y PSM que los implementan y viceversa.

Un modelo CIM podría consistir en dos modelos UML, desde el punto de vista empresarial ODR y de información. Este modelo podría incluir varios modelos desde estos puntos de vista, algunos proporcionando más detalle que otros, o enfocados sobre una cuestión particular de un punto de vista [156].

El nivel CIM es una iniciativa emergente del OMG que todavía no ha sido definida formalmente o apoyada por especificaciones del OMG y herramientas. Utilizando modelos a nivel CIM una empresa puede capturar, gestionar y utilizar mejor algunos de sus más valiosos activos: conocimiento de sus recursos, políticas, reglas, terminologías y procesos. Además, las empresas pueden especificar, en un lenguaje de modelado empresarial, los requisitos de sus sistemas y validar que el sistema diseñado satisface esos requisitos. Según [97] el nivel CIM está compuesto de dos subdivisiones principalmente:

- **Modelo de negocio:** un punto de vista de la empresa y su entorno que está enfocado en el alcance y objetivos del negocio y de la terminología, recursos, hechos, roles, políticas, reglas, procesos, organizaciones, localizaciones, y eventos relacionados con el negocio.
- **Requisitos de negocio para los sistemas:** un punto de vista del sistema y

su entorno que está enfocado en el propósito, alcance y políticas para el sistema.

1. Requisitos funcionales.
2. Requisitos de interacción.
3. Contrato del entorno.

En [27] se proponen dos clases de CIM. La primera clase de CIM es un modelo del negocio de una empresa, un CIM autónomo, independiente del procesamiento de los datos y de potenciales sistemas software. Un modelo puramente conceptual o del dominio de este tipo es interesante per se. Puede ser usado para definir algunas reglas de negocio. Pero la transformación ingenieril hacia delante es problemática.

La segunda clase de CIM está relacionado definitivamente con uno o más sistemas de procesamiento de datos. Puede ser transformado en sistemas software que consumen datos de entrada y producen datos de salida. Estos CIM pueden ser entendidos como un PIM muy abstracto. Y dado que existen diferentes grados de PIMness, seguramente también existen diferentes grados de CIMness.

Algunos autores [27] no prevén un ingeniería hacia adelante desde un nivel CIM puramente conceptual. Sin embargo, son más optimistas sobre la ingeniería hacia adelante desde un CIM que esté abstraído desde sistemas de procesamiento de datos. Esta clase de CIM puede ser reconocido porque:

- Tienen en cuenta las divisiones entres datos en almacenes de datos discretos altamente acoplados.
- Definen que unidades de trabajo cliente se invocan o requieren en cada almacén de datos distinto, con las precondiciones y postcondiciones de cada unidad de trabajo.
- Definen que datos deben persistir en cada almacén de datos discreto para que esas unidades de trabajo puedan ser completadas.

Dos cuestiones orientadas a los requisitos deben ser respondidas en cualquier marco que sea usado para construir modelos que pueden ser transformados en un sistema de procesamiento de datos, según [27]:

- ¿Qué unidades de trabajo invocan o requieren los clientes? Una 'unidad de trabajo' es un servicio. Es decir, un proceso que actúa sobre persistentes, o, si las condiciones necesarias no se dan, no se realiza ninguna acción pero devuelve un mensaje de error. Un cliente podría ser un usuario, una interfaz de usuario, un programa de entrada/salida, un accionador (mecanismo o alarma) o un sensor.

- ¿Qué datos deben persistir en una estructura de datos coherente para que esas unidades de trabajo puedan ser completadas? Cada sistema software de mensajes mantiene algunos datos persistentes. La estructura de datos podría ser cualquier cosa desde un puñado de variables de estado representando el estado de unos pocos dispositivos en un sistema de control de procesos, hasta millones de registros de una base de datos de negocio representando los pedidos de los clientes para los productos.

Para especificar las reglas de negocio de los sistemas software, las estructuras de datos persistentes y las unidades de trabajo sobre ellos son fundamentales. Actualmente, la **Business Modeling & Integration Domain Task Force** (BMIDTF) es la Task Force cuya misión es desarrollar especificaciones de modelos integrados para soportar la gestión de una empresa. Por lo tanto, este grupo de trabajo está desarrollando muchas de las iniciativas[1] sobresalientes para el CIM y sus posteriores transformaciones (ver Figura 3.1).

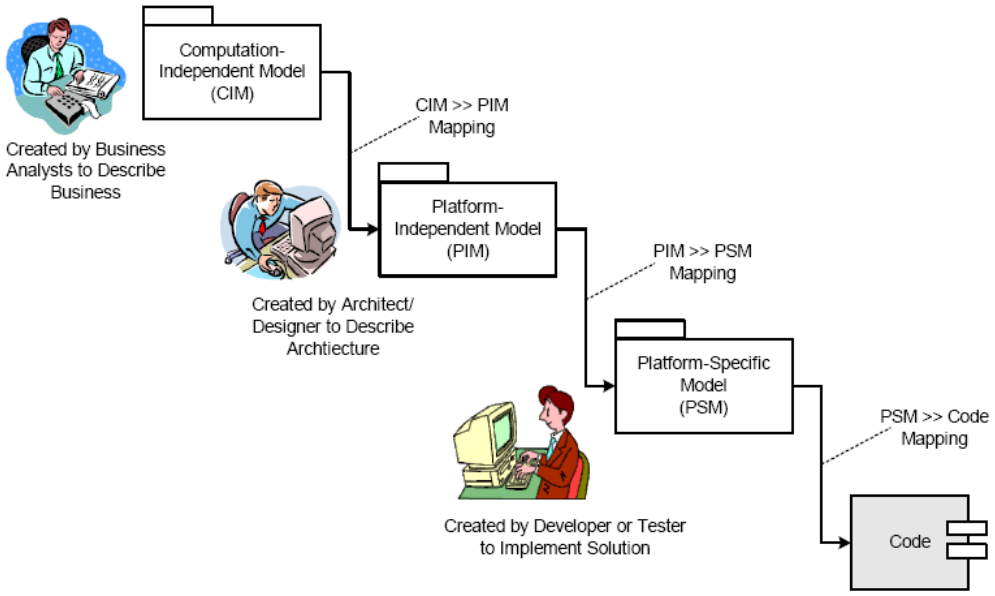

Figura 3.1: MDA, caracterización del nivel CIM [53].

Para ser completamente efectivos, los lenguajes de modelado CIM necesitarán estar completamente integrados e interoperar con los lenguajes MDA, especialmente MOF 2 y UML 2.0, y con otros lenguajes con los cuales el CIM podría ser utilizado. La sintaxis de esta clase de lenguajes debe permitir que los modelos CIM puedan

[1]En la Sección 3.3.1 se presenta una descripción más detallada de las mismas.

utilizar gráficos, texto o tablas. Una representación equivalente en lenguaje natural de un gráfico es también muy importante. Respecto a la semántica, existen trabajos en marcha para desarrollar una semántica formal para el modelado de negocios y para especificar los requisitos de negocio de los sistemas. El meta-metamodelo para todos los lenguajes CIM debería ser MOF 2, el cual es adecuado para mantener un repositorio CIM y para el intercambio de CIMs usando mecanismos estándares. Finalmente, los lenguajes y herramientas de modelado CIM necesitan apoyo de diversas metodologías para promover la comunicación y comprensión entre la gente dedicada al negocio y la dedicada a las tecnologías de la información.

Por tanto, un marco de modelado estándar es necesario para apoyar un asociación práctica de los CIMs con los PIMs y PSMs. El principal propósito del marco es especificar la separación entre los diferentes modelos que componen una especificación completa. Será útil para MDA establecer mappings normativos entre otros marcos populares y el marco estándar, para promocionar la reutilización de modelos por los proyectos que utilizan diferentes marcos [97].

Se puede concluir que el CIM tiene un rol importante puenteando el gap existente entre por una parte los que son expertos de un dominio y sus requisitos, y por otra los que son expertos en el diseño y la construcción de artefactos que juntos satisfacen los requisitos del dominio [156]. Si bien es necesario clarificar si el concepto 'independiente de la computación' significa que solo una parte del nivel CIM va a ser transformada en PIM, como se señala en [97] y en [27], o que toda representación CIM está finalmente encaminada a ser transformada en un PIM. De esta última manera el hecho de que sea independiente de la computación no significa que no sea implementable, sino que solo hace referencia al nivel de detalle conceptual con el que se representa. En cualquier caso, puesto que el nivel CIM recoge el conocimiento del experto en el dominio debe estar enfocado a representar todo aquello que puede ser considerado como conocimiento empresarial y a determinar sus posibilidades de transformación a nivel PIM.

3.1.1.4. Transformaciones entre modelos en MDA

La transformación de modelos es el proceso de convertir un modelo en otro modelo del mismo sistema. Existen diferentes enfoques para la transformación de modelos en la literatura, teniendo en cuenta las investigaciones llevadas a cabo en el contexto del Model-Driven Engineering [139], promocionadas por el OMG [164] y otras organizaciones e iniciativas [66, 105, 114, 142, 143, 173]. En [51, 52, 139], se presentan varias clasificaciones de transformaciones de modelos en este contexto. Básicamente, según el mecanismo que puede ser utilizado para la transformación de modelos existen dos clases de enfoques, declarativo y operacional (o imperativo). Además, existe la

posibilidad de especificar y llevar a cabo transformaciones tomando ideas de la mayor parte de paradigmas de programación. El enfoque declarativo se basa en qué aspecto debe ser transformado definiendo la relación entre el metamodelo fuente y el destino. Por otra parte, el imperativo se basa en el cómo, es decir, en los pasos que deben ser llevados a cabo para conseguir la transformación.

Según [7, 156], con la finalidad de definir una transformación de un modelo en otro, los pasos preliminares consisten en definir un mapping [111] entre los metamodelos correspondientes, de forma que los modelos sean conformes a sus correspondientes metamodelos. Este mapping debe definir las correspondencias entre los elementos del metamodelo fuente y los del metamodelo destino, y debe estar especificado utilizando un lenguaje que sea capaz de describir una transformación de un modelo en otro. Esta descripción puede ser en un lenguaje natural, algorítmico, procedural o de mapeado de modelos [156].

Específicamente, en MDA la entrada para la transformación puede ser un modelo PIM marcado y el mapeado. El resultado de la transformación en ese caso es el modelo PSM y el registro de la transformación. Usando el mapeado tipo del modelo, la transformación toma cualquier PIM especificado usando un modelo y, siguiendo el mapeado, produce un PSM especificado usando otro modelo. Usando el mapeado de instancias de modelos, la transformación toma un PIM marcado y, siguiendo el mapeado, como está indicado según las marcas, produce un PSM. A continuación, se muestra como el patrón MDA puede ser expandido para mostrar con más detalle como las transformación se pueden llevar a cabo (ver Figura 3.2):

- **Marcado:** elegida una determinada plataforma se debe disponer o en cualquier caso preparar un mapeado para esa plataforma. Este mapeado incluye un conjunto de marcas. Las marcas son utilizadas para marcos los elementos del modelos que guían su transformación. El PIM marcado es luego transformado, usando el mapeado, para producir el PSM.

- **Transformación de metamodelos:** se prepara un modelo usando un lenguaje independiente de la plataforma especificado por un metamodelo. Elegida una determinada plataforma, una especificación de una transformación para esta plataforma tiene que estar disponible o ser preparada. Esta especificación de la transformación está realizada en términos de mapeado entre metamodelos. El mapeado guía la transformación del PIM para producir el PSM.

- **Transformación de modelos:** se prepara un modelo utilizando tipos independientes de la plataforma especificados en un modelo. Los tipos pueden ser parte de un marco software. Los elementos en el PIM son subtipos de los tipos independientes de la plataforma. Elegida una determinada plataforma una especificación

de la transformación para esta plataforma debe estar disponible o ser preparada. Esta especificación de la transformación está realizada en términos de mapeado entre los tipos independientes de la plataforma y los tipos dependientes de la plataforma. Los elementos en el PSM son subtipos de los tipos específicos de la plataforma. Este enfoque difiere del mapeado de metamodelos principalmente en que los tipos especificados en un modelo son utilizados para el mapeado en lugar de los conceptos especificados por un metamodelo.

- **Aplicación de patrones:** es una extensión de los enfoques de mapeado de metamodelos y modelos, incluyendo patrones junto con los tipos o conceptos de los lenguajes de modelado. Además para los tipos independientes de la plataforma, un modelo genérico proporciona patrones. Ambos, los tipos y los patrones pueden ser mapeados con los tipos y patrones específicos de una plataforma.

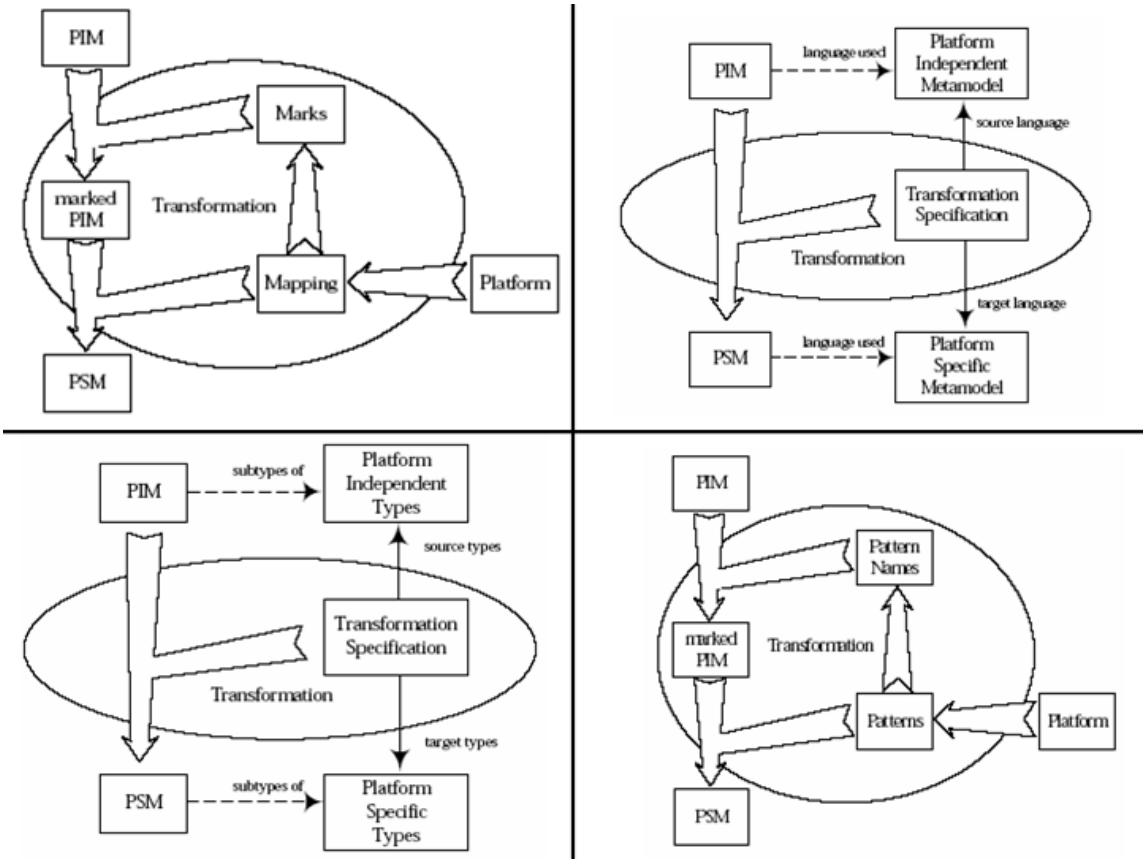

Figura 3.2: Diversos enfoques para transformar modelos en MDA [156].

Existe una gran gama de herramientas para apoyar la transformación de modelos. Las transformaciones pueden tener diferentes grados y usar diferentes métodos, mezclando transformaciones manuales y automáticas. Existen distintos enfoques para introducir en un modelo la transformación necesaria para una transformación de un PIM en PSM. Para ilustrar este rango de posibilidades se presentan los siguientes cuatro enfoques de transformación:

- **Transformación manual:** con la finalidad de realizar una transformación desde el PIM hasta el PSM, se deben llevar a cabo decisiones de diseño. Estas decisiones de diseño pueden ser llevadas a cabo durante el proceso de desarrollo de un diseño que cumpla los requisitos de ingeniería sobre la implementación. Éste es un enfoque útil, porque estas decisiones son consideradas y tomadas en el contexto de un diseño de implementación específico. Este proceso de transformación manual no es muy diferente de como muy buen trabajo de diseño software ha sido realizado durante años. El enfoque MDA añade valor en dos sentidos: la distinción explícita entre un modelo independiente de la plataforma y el modelo específico de la plataforma transformado, y el registro de la transformación.

- **Transformación de un PIM preparado usando un perfil:** un PIM puede ser preparado usando un perfil UML independiente de la plataforma. Este modelo puede ser transformado en un PSM expresando usando un segundo perfil UML específico de la plataforma. La transformación puede implicar el marcado del PIM usando marcas proporcionadas por el perfil específico de la plataforma. El mecanismo de extensión de los perfiles UML2 puede incluir la especificación de operaciones, luego las reglas de transformación pueden ser especificadas usando operaciones, permitiendo la especificación de una transformación por un perfil UML.

- **Transformación usando patrones y marcas:** los patrones pueden ser utilizados en la especificación de un mapeado. El mapeado incluye un patrón y marcas correspondientes a algunos de los elementos de ese patrón. En las transformación de instancias de modelos las marcas especificadas son utilizadas para preparar el PIM marcado. Los elementos marcados del PIM son transformados según el patrón para producir el PSM.

  Varios patrones pueden ser combinados para producir un nuevo patrón. Nuevas marcas pueden ser especificadas para ser usadas con el nuevo patrón. En las transformaciones de tipos de modelos, las reglas especificarán que todos los elementos en el PIM que se correspondan con un patrón específico serán transformados en instancias de otro patrón en el PSM. Las marcas serán utilizadas para ligar valoras en la parte correspondiente del PIM para los apropiados slots en el PSM generado. En este uso de los patrones objetivos

puede ser entendido como plantillas para generar el PSM, y el uso de marcas como una manera de ligar los parámetros de las plantillas.

- **Transformación automática:** existen contextos en los cuales un PIM puede proporcionar toda la información necesaria para la implementación, y no hay necesidad de añadir marcar o usar datos en perfiles adicionales con la finalidad de ser capaz de generar código. Un ejemplo de esto sería el desarrollo maduro basado en componentes, donde el middleware proporciona un conjunto completo de servicios, y donde las decisiones arquitecturales necesarias son tomadas una vez para un gran número de proyectos, todas construyendo sistemas similares. Estas decisiones se implementan en herramientas, procesos de desarrollo, plantillas, librerías de los programas y generadores de código.

  En este contexto, es posible para un desarrollador de aplicaciones construir un PIM que es completo en cuanto a clasificación, estructura, invariantes, y pre y postcondiciones. El desarrollador puede luego especificar el comportamiento requerido directamente en el modelo, usando un lenguaje de acción. Esto convierte al PIM completo computacionalmente, es decir, el PIM contiene toda la información necesaria para producir el código del programa. En este contexto, el desarrollador nunca necesita un PSM, ni tampoco es necesario añadir información adicional al PIM, a parte de la que ya está disponible en la herramienta de transformación. La herramienta interpreta el modelo directamente o transforma el modelo directamente en el código del programa.

Un PIM, en una tienda de desarrollo de componentes maduros, con un estilo arquitectural establecido y con decisiones de ingeniería específicas de la plataforma ya tomadas y siendo reutilizadas, pueden ser usados para generar código (es decir, componentes en su forma de código) no solo para componentes CORBA o plataformas J2EE, sino también para algunas otras plataformas servidores de aplicaciones. En esta situación se asume que alguien ha preparado para la reutilización:

1. Un modelos del estilo arquitectural.
2. Detallado en ese modelo, como un sistema tipo PIM, que puede ser automáticamente mapeado con varias plataformas objetivo.
3. Las herramientas de apoyo necesarias para entregar el modelos a los desarrolladores en forma de perfiles, pruebas de cumplimiento del modelo, enlaces con un IDE, procesos de apoyo, etc.
4. Un mapeado para cada plataforma objetivo.

Con este entorno de apoyo al desarrollo, para una aplicación dada, el desarrollador de aplicaciones necesita desarrollar solo un PIM, y el código puede ser directamente generado desde ese PIM. La información que estaría en cualquier caso en un PSM visible está efectivamente preempaquetada, y proporcionada para los desarrolladores de aplicaciones en el entorno de desarrollo. Por supuesto, un PSM representando el código generado puede ser proporcionado para el uso del desarrollador.

Los mismos enfoques que han sido explicados para permitir la transformación de un PIM en PSM puede ser usada para transformar cualquier modelo en otro modelo relacionado. En la figura se muestra un modelo general para las transformaciones de modelo, ilustrando el caso general de la transformación mediante el mapeado de un metamodelo (ver Figura 3.3).

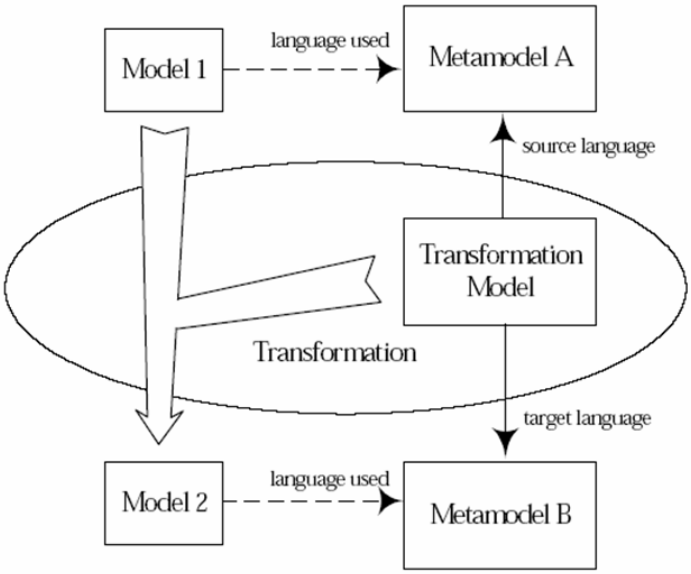

Figura 3.3: Modelo general para la transformación de modelos [156].

Por ejemplo un modelo genérico de transacciones financieras es transformado en uno específico para una clase particular de transacciones. O un modelo genérico de transacciones financieras es transformado en uno específico para las prácticas comerciales de un intercambio particular. O un modelo internacional de una aplicación es transformado para unos clientes específicos de una región particular.

3.1.2. Meta Object Facilities (MOF)

El enfoque de metamodelado descrito en [192] y utilizado en la especificación Meta Object Facilities (MOF) fue adoptado por el OMG en 1997 en su versión 1.1 coincidiendo con la adopción de UML 1.1 para estandarizar el metamodelado, es decir, los conceptos que se utilizan para construir un modelo. El objetivo es que los modelos construidos a partir de la especificación MOF, pueden ser intercambiados fácilmente. Además, la especificación MOF define un repositorio de metamodelos y modelos. Este repositorio es un gran sitio que almacena los modelos, pero que también es útil para otros metadatos, tales como las definiciones de los tipos de datos de un data warehouse.

La especificación de MOF es muy extensa y compleja, sin embargo su análisis en profundidad está destinado a los proveedores de herramientas que deseen asegurar la conformidad de sus herramientas con la especificación MOF para favorecer la transferencia de modelos entre herramientas conformes a MOF. Para los desarrolladores y arquitectos de software es suficiente con conocer la versión de MOF que se está utilizando y sus principales características.

La versión actual de MOF es la 2.0, la cual se basa en las siguientes especificaciones del OMG [161]:

- **MOF 1.4 Specification:** es la versión anterior de MOF sobre la cual está basada está nueva versión tratando de solucionar sus puntos débiles.
- **UML 2.0 Infrastructure Convenience Document:** MOF 2.0 reutiliza un subconjunto de los paquetes pertenecientes a la librería de esta especificación (ver Figura 3.4). De manera que se proporciona un marco de metadatos y modelado más consistente en el ámbito de la MDA. UML 2.0 proporciona la notación y el marco de modelado; mientras que MOF 2.0 un marco para la gestión de los metadatos y los servicios para los metadatos.
- **MOF 2.0 XMI Convenience Document:** el cual define los requisitos de mapeado XML para MOF 2.0 o UML 2.0.

El creciente aumento de datos que circula en Internet y entre aplicaciones de todo tipo, ha puesto de manifiesto las dificultades para el intercambio de los mismos por incompatibilidad entre sus metadatos. Los metadatos son datos que describen los propios datos, pero la mayoría de aplicaciones usan modelos propietarios para especificar los mismos, lo cual impide el intercambio de datos entre aplicaciones y la completa integración de aplicaciones que requieren un alto nivel de intercambios como son los data warehouse, las aplicaciones de e-commerce, etc. En este sentido, MOF

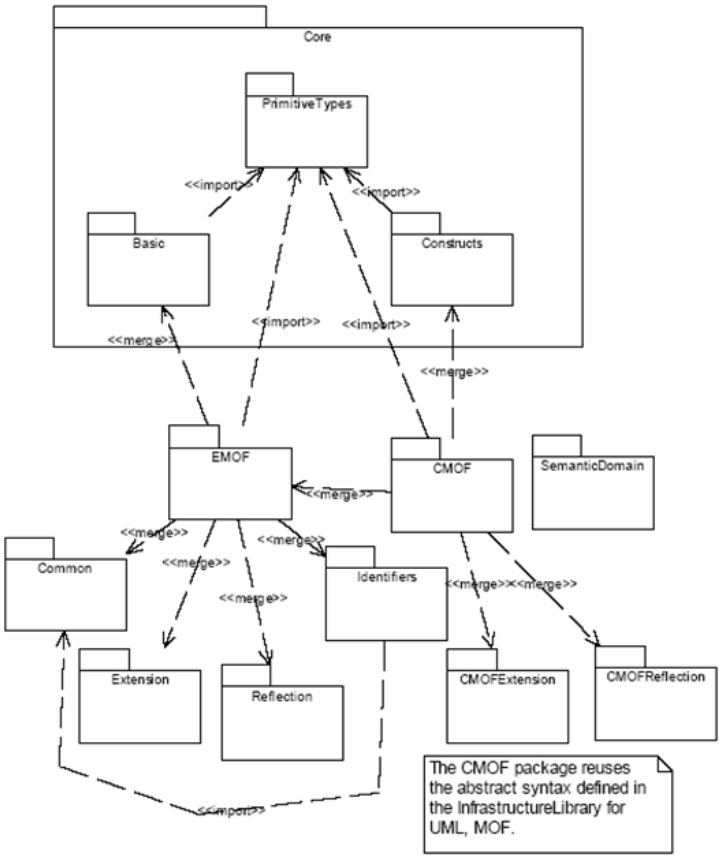

Figura 3.4: Uso de los constructores UML 2.0 en MOF 2.0 [161].

se ha adaptado para proporcionar un marco para la gestión de los metadatos, y un conjunto de servicios para los metadatos que permita el desarrollo en interoperabilidad de los sistemas dirigidos por los metadatos y el modelado.

En su versión 2.0, MOF se ha organizado en diferentes módulos en función de las revisiones propuestas para su versión anterior 1.4, además esta estructura permitirá que la especificación pueda ser usada de manera incremental e independiente. Por ejemplo, los vendedores de herramientas pueden implementar el modelo MOF 2.0 como un marco para el metamodelado y la gestión y representación de metadatos sin usar MOF 2.0 IDL o MOF 2.0 Java. En esta sección solo esta parte de MOF relacionada con el metamodelado se trata, por ser la relacionada con el tema de la tesis. Los objetivos

que caracterizan la nueva versión se pueden sintetizar en [161]:

1. Fácil uso en definir y extender nuevos y existentes metamodelos y modelos de la infraestructura software.
2. El modelo MOF en si mismo es mucho más modular y reusable.
3. El uso de la refactorización de modelos para mejorar la reusabilidad de los modelos.
4. Seguridad en que MOF 2.0 es independiente de la plataforma tecnológica y que es más práctico para mapear desde MOF 2.0 un gran número de plataformas tecnológicas tales como J2EE, .Net, CORBA, etc.
5. Ortogonalidad (o separación de intereses) de modelos y servicios (utilidades) aplicados a los modelos.
6. Reflexión de los modelos MOF 2.0 usando MOF en si mismo como idea opuesta a la de solo especificar la reflexión como un conjunto de interfaces específicas de la tecnología.
7. Modelado del concepto de identificador.
8. Reutilización de marcos y paquetes de modelado en varias metacapas por medio de un mejor empaquetado de MOF 'Capabilitites'.

3.1.2.1. Arquitectura conceptual

Como se ha comentado anteriormente, el OMG define un modelo de un sistema como una descripción de todo o de alguna de sus partes para cierto propósito en un lenguaje bien definido, es decir, con una sintaxis y semántica precisas que hacen que pueda ser interpretado y manipulado por un ordenador. UML es un lenguaje de modelado gráfico bien definido que se ha adoptado como el principal lenguaje de MDA. Pero MDA no se restringe a UML, sino que es posible utilizar cualquier lenguaje de modelado bien definido para obtener los diferentes modelos que se proponen en la arquitectura.

Si un modelo describe los elementos de un sistema, en el caso de que por ejemplo ese sistema sea el UML, los elementos del sistema serán clases y asociaciones. Pero la cuestión es quién define esos elementos y como se definen. Para ello el OMG define un marco basado en cuatro niveles de abstracción que representan los diferentes niveles conceptuales que intervienen en el modelado de un sistema. Este enfoque descrito

en MOF cuyo clave en relación a la gestión de los metadatos es la extensibilidad. Su propósito es proporcionar un marco que soporte cualquier clase de metadato y que permita que nuevas clases sean añadidas cuando se requiera. Para ello, MOF define una arquitectura de metadatos en capas que está basada en la arquitectura de metamodelado en cuatro capas popular en comunidades estándares como la ISO y CDIF (CASE Data Interchange Format Division). La Figura 3.5 ilustra la arquitectura de metadatos en cuatro capas definida en MOF.

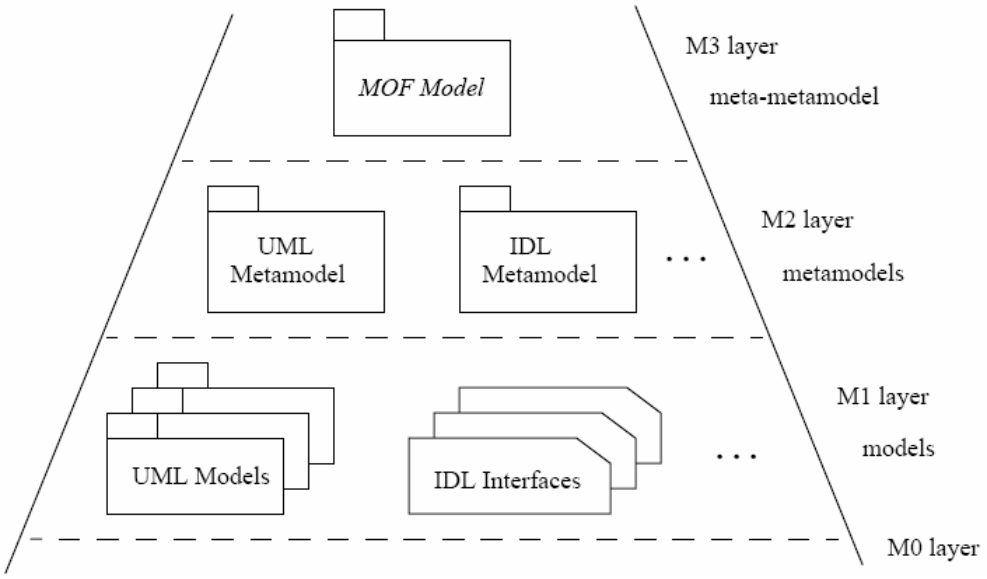

Figura 3.5: Arquitectura de metadatos MOF [155].

En el Cuadro 3.1 y la Figura 3.6 se describen además los niveles de metamodelado desarrollados a partir de esta arquitectura de metadatos. Los cuatro niveles de metamodelado descritos en el cuadro forman las arquitectura de metamodelado definida por el OMG. En el siguiente cuadro se muestran estos niveles, indicando cuales son los elementos existentes en cada nivel, cual es el objetivo de modelado en cada nivel, ejemplos de cada uno de los niveles, y su relación con el nivel inferior y superior.

Cuadro 3.1: Arquitectura de metamodelos definida por el OMG.

Nº	**Nivel**	**Elementos**	**¿Qué modela?**	**Ejemplos**	**Relación con el nivel inferior**	**Relación con el nivel superior**
M3	**Modelo del lenguaje de modelado M2 (META-META MODELO)**	Lenguaje para describir lenguajes de modelado (MOF)	Define elementos que constituyen los distintos lenguajes de modelado	Clasificador	Definen clases de elementos válidos en un determinado modelo del nivel M2	N/A
M2	**Modelo del lenguaje de modelado (META MODELO)**	Lenguajes de modelado (UML)	Elementos y reglas que intervienen a la hora de definir un modelo de nivel M1	Clase	Definen clases de elementos válidos en un determinado modelo del nivel M1	Sus elementos son instancias del nivel M3
M1	**MODELO DEL SISTEMA**	Modelos (diagramas, clases, etc.)	Conceptos de clasificación del sistema real	Modelo del sistema de gestión de ventas de una empresa cerámica (con diagrama de clases: clase cliente, clase factura, etc.)	Sus elementos definen las categorías de los elementos del nivel inferior M0	Sus elementos son instancias del nivel M2
M0	**REALIDAD**	Objetos reales	Sistema real	El cliente llamado Juan	N/A	Sus elementos son instancias del nivel M1

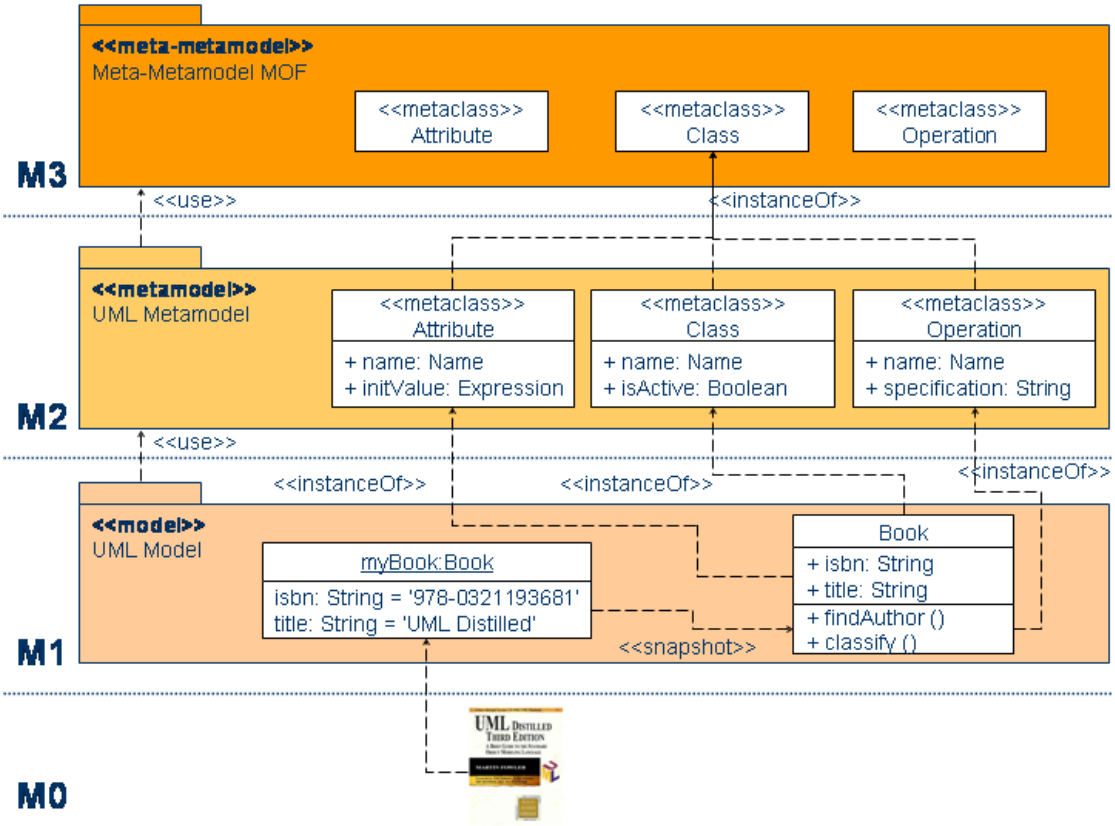

Figura 3.6: Arquitectura de metamodelos MOF.

En el Cuadro 3.1 aparece el término metamodelo, un lenguaje de metamodelado se puede definir como un lenguaje que se usa para generar modelos que describen lenguajes de modelado. Por tanto un metamodelo recoge los conceptos y reglas que un lenguaje de modelado necesita para generar modelos. Al observar el cuadro, puede surgir la tentación de seguir añadiendo niveles, pero OMG define MOF como un lenguaje de metamodelado que recoge los constructores y mecanismos mínimos necesarios para describir metamodelos (modelos de lenguajes de modelado). De esta manera MOF es capaz de definirse a sí mismo y no es necesario añadir más niveles al anterior cuadro.

Una de la principales críticas que se le hace a este modelo MOF o también llamado 'Arquitectura de metamodelado en cuatro capas' es su rigidez. Sin embargo, por parte del OMG se apunta que normalmente los conceptos claves de modelado son el clasificador y su instancia o la clase y el objeto, y la habilidad para navegar desde una instancia hasta su metaobjeto o clasificador. Este concepto puede ser utilizado para manejar cualquier número de capas o metaniveles. En MOF 1.4 las

interfaces 'Reflection' permiten cruzar cualquier número de metacapas recursivamente. Sin embargo, la mayoría de sistemas utilizan un número pequeño de niveles como por ejemplo los sistemas de bases de datos relacionales que presentan los niveles: Diccionario/Tabla/Fila. MOF 1 y 2.0 permiten cualquier número de capas más grande o igual a dos. El número mínimo de capas es dos por lo tanto se puede representar y navegar desde una clase hasta su instancia y viceversa. Y MOF 2.0 con su modelo de reflexión puede ser utilizado con dos niveles o con tantos niveles como los usuarios definan [161].

La arquitectura de metadatos propuesta en MOF tiene algunas características importantes que la diferencian de las otras arquitecturas antes mencionadas [155]:

- El modelo MOF (el core del meta-metamodelo de MOF) está orientado a objetos, con constructores de metamodelado alineados con los constructores de modelado de objetos de UML.
- Los metaniveles en la arquitectura de metadatos MOF no está fijada. Aunque típicamente existen cuatro metaniveles, podrían haber más o menos, dependiendo de como MOF es desplegado. En realidad, la especificación MOF no requiere que exista metaniveles discretos de todo a nivel de implementación. Los metaniveles MOF son puramente una convención para comprender las relaciones entre diferentes clases de datos y metadatos.
- Un modelo (en el sentido amplio de una colección de metadatos) no está necesariamente limitado a un metanivel. Por ejemplo, en el contexto data warehouse, podrías ser útil pensar en un metaesquema relacional 'Tabla Relacional' y en esquemas específicos que son instancias de las tablas relacionales en calidad de un modelo conceptual.
- El modelo MOF se describe a si mismo. Esto significa que el modelo MOF está formalmente definido utilizando sus propios constructores de metamodelado. Por eso el modelo MOF está expresado en un icono 'Paquete' de UML.

3.1.2.2. Constructores de metamodelado

Es necesario tener en cuenta que MOF trata de proporcionar una especificación abierta pero finita de capacidades para el modelado de la información. Por lo tanto, la especificación define el core de un modelo MOF que incluye un conjunto de constructores relativamente pequeño aunque no mínimo, para el modelado de la información orientado a objetos. Este modelo MOF puede ser extendido por herencia y composición para definir un modelo de información más rico que soporte constructores

adicionales. También puede ser usado como un modelo para definir modelos de información, permitiendo así a los desarrolladores definir modelos de información que difieran de la filosofía del modelo MOF. En ese sentido, el modelo MOF es utilizado como un meta-metamodelo porque está siendo utilizado para definir metamodelos tales como UML [155].

El metamodelado MOF tiene por primer objetivo definir modelos de información para los metadatos. MOF utiliza un marco de modelado orientado a objetos que es básicamente un subconjunto del core de UML. Esos constructores de metamodelado fundamentales de MOF, es decir, el lenguajes abstracto de MOF para definir metamodelos es el siguiente [155]:

- **Clases:** que modelan los metaobjetos MOF. Las clases definidas a nivel M2 lógicamente tienen instancias en el nivel M1. Estas instancias tienen identidad de objeto, estado y comportamiento. El estado y comportamiento de las instancias del nivel M2 están definidos por las clases del nivel M2 en el contexto de la información común y los modelos computacionales definidos por la especificación MOF. Las clases pueden tener tres clases de características: Atributos, Operaciones y Referencias. Además, pueden contener Excepciones, Constantes, Tipos de Datos, Restricciones y otros elementos.
- **Asociaciones:** los cuales modelan relaciones binarias entra metaobjetos.
- **Tipos de datos:** que modelan otros datos, es decir, tipos primitivos, tipos externos, etc.
- **Paquetes:** los cuales sirven para proporcionar una estructura modular de los modelos.

3.2. UML2

Unified Modeling Language (UML) es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema con un alto contenido en software [157]. Este lenguaje de modelado de propósito general ha sido usado con éxito en diversos dominios, incluso para modelar empresas [68, 136], y se ha convertido en un estándar para el modelado orientado a objetos [10, 30, 70, 181, 182, 183].

En la Figura 3.7 se puede observar la evolución del lenguaje y el desarrollo de las diversas versiones de UML desde su origen. UML se originó como una iniciativa para unificar las diferentes notaciones, prácticas y métodos en el campo de la ingeniería de objetos en la década de los 80-90. Se consiguió unificar las diferentes notaciones y elementos de modelado que se utilizaban, dando lugar a un lenguaje de modelado unificado para la orientación a objetos. El cual no tiene en cuenta los aspectos metodológicos, sino que solo proporciona un estándar en cuanto a los constructores utilizados para modelar a nivel sintáctico y semántico.

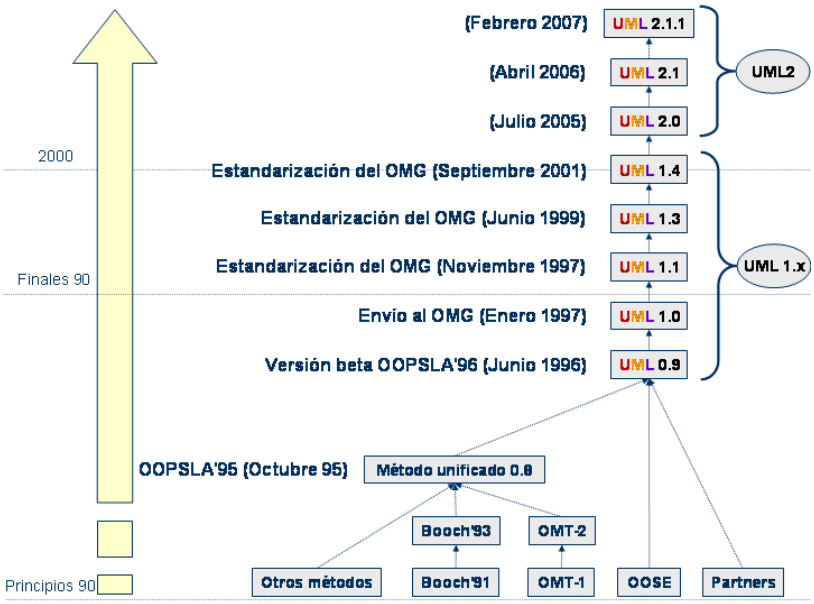

Figura 3.7: Historia de la evolución de UML.

La primera versión de UML aparece en junio de 1996 y hasta julio de 2005 se fueron incorporando diversas modificaciones dando lugar a diferentes versiones, conocidas genéricamente como UML 1.x. En esta fecha aparece una nueva versión con mayores cambios y no pequeñas modificaciones por lo que la versión pasa a ser la dos, conociéndose genéricamente como UML2. UML 2.1.1 [166] es la actual versión

oficial, ajustada a los requisitos MDA. Esta nueva versión mejora el modelado del negocio, arquitectural, estructural y del comportamiento. UML está formado en su nueva versión y debido a su magnitud por cuatro especificaciones distintas. El Cuadro 3.2 muestra las últimas versiones para estas especificaciones en la versión de UML 2.1.1:

1. **UML 2.1.1 Superstructure Specification:** contiene la definición formal de los elementos del lenguaje y puede ser de interés para desarrolladores de herramientas, diseñadores, investigadores, etc.

2. **UML 2.1.1 Infrastructure Specification:** define los conceptos fundamentales de bajo nivel, estableciendo la base para la superestructura, permite construir el conjunto del lenguaje, y sería solo interesante para los diseñadores de base.

3. **UML 1.0 Diagram Interchange Specification:** permite de forma transparente el intercambio de documentos conformes al estándar UML (modelos de UML) entre diferentes herramientas software. Actualmente esta versión permite memorizar la presentación del modelo intercambiado, sería solamente de interés para los desarrolladores de herramientas.

4. **UML 2.0 Object Constraint Language (OCL) Specification:** especifica un lenguaje formal utilizado para describir expresiones sobre modelos de UML. Estas expresiones especifican típicamente condiciones invariantes que deben cumplirse para el sistema que se está modelando, o consultas sobre objetos descritos en un modelo las cuales son completamente independientes del lenguaje de programación. Las expresiones OCL son evaluadas, pero su evaluación no puede alterar el estado del sistema en ejecución correspondiente. Puede ser interesante para desarrolladores de herramientas, diseñadores, investigadores, etc.

Cuadro 3.2: Estado de las últimas versiones de las especificación de la versión de UML 2.1.1.

Especificación	**Versión**	**Fecha**
UML 2.1.1 Superstructure Specification [166]	formal/07-02-05	05-02-2007
UML 2.1.1 Infrastructure Specification [165]	formal/07-02-06	06-02-2007
UML 2.1.1 XMI file [163]	ptc/06-10-06	06-10-2006
UML 1.0 Diagram Interchange Specification [160]	formal/06-04-04	04-04-2006
UML 2.0 Object Constraint Language (OCL) Specification [162]	formal/06-05-01	01-05-2006

La Figura 3.8 identifica las áreas semánticas claves cubiertas por la versión actual y cómo se relacionan unas con las otras. Los elementos de las capas superiores dependen

de los elementos en las capas inferiores pero no al revés. La estructura del paquete de dependencias en el metamodelo es semejante a esta estructura. Sin embargo, no es completamente igual, puesto que el paquete de dependencias especifica el repositorio de dependencia y no necesariamente las dependencias en tiempo de ejecución.

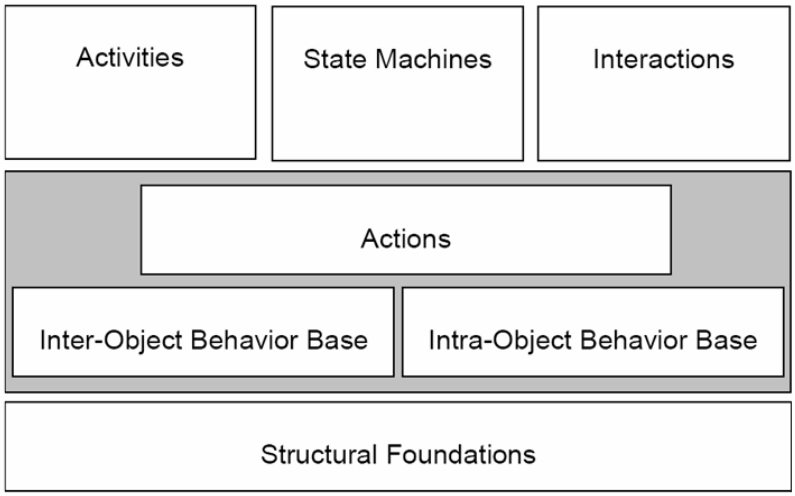

Figura 3.8: Esquema de las áreas semánticas de UML 2.1.1 [166].

En el nivel más alto de la abstracción, es posible distinguir tres capas compuestas de definiciones semánticas. La capa base es estructural. Esto refleja la premisa de que no hay comportamiento incorpóreo en UML, todo comportamiento es la consecuencia de las acciones de entidades estructurales.

La capa siguiente es de comportamiento y proporciona la base para la descripción semántica de todos los formalismos de comportamiento de más alto nivel. Esta capa es la base semántica del comportamiento y está formada por tres subáreas separadas y organizadas en dos subcapas. La capa inferior está formada por la base del comportamiento entre objetos, la cual tiene que ver con cómo las entidades estructurales se comunican unas con las otras, y la base de comportamiento intra-objetos, la cual dirige el comportamiento que ocurre dentro de las entidades estructurales. Encima de estas dos se coloca la subcapa de las acciones, la cual define la semántica de las acciones individuales.

Las acciones son las unidades fundamentales del comportamiento en UML y se utilizan para definir el comportamiento de grano fino. Su resolución y expresividad es comparable a la de las instrucciones ejecutables en lenguajes de programación

tradicionales. Las acciones en esta subcapa están disponibles para cualquiera de los formalismos de la capa de más alto nivel para ser utilizadas en la descripción de comportamientos detallados.

La capa superior de la jerarquía semántica define la semántica de los formalismos de comportamiento de alto nivel: actividades, máquinas de estado e interacciones. Otros formalismos de comportamiento se pueden añadir a esta capa en el futuro.

3.2.1. Constructores básicos

El metamodelo de la Figura 3.9 presenta los constructores básicos de UML 2.1 [159]. Estos constructores están agrupados en las siguientes categorías:

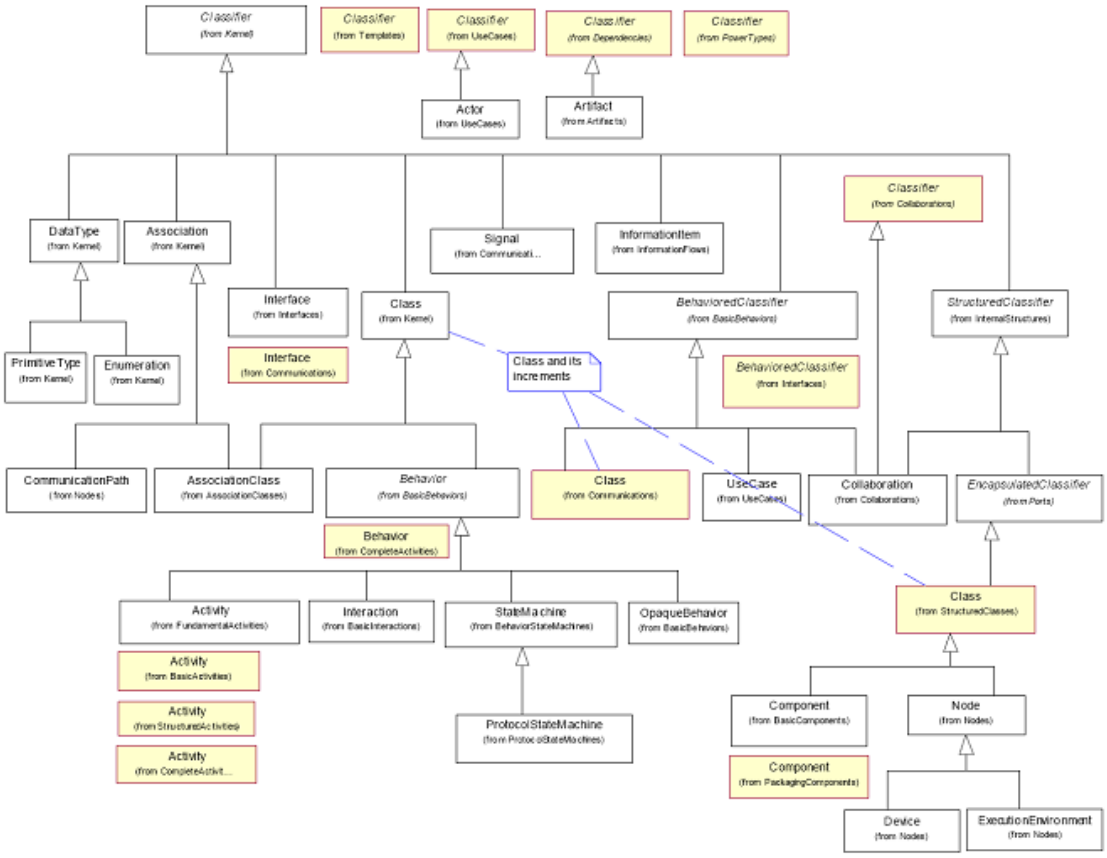

Figura 3.9: Metamodelo de UML 2.1 con los constructores básicos [159].

1. **Estructura.**
   - Clases.
   - Componentes.
   - Estructuras compuestas.
   - Despliegues.
2. **Comportamiento.**
   - Acciones.
   - Actividades.
   - Comportamientos comunes.
   - Interacciones.
   - Máquinas de estado.
   - Casos de uso.
3. **Constructores auxiliares.**
   - Flujos de información.
   - Modelos.
   - Tipos primitivos.
   - Plantillas.
   - Perfiles.

3.2.2. Diagramas

Los diagramas incluidos en la superestructura [159] de UML en su versión 2.1.1 son los siguientes (ver Figura 3.10):

1. **Diagramas de estructura.**
   - **Diagrama de clases:** representa la estructura estática mediante clases y diversos tipos de relaciones entre ellas.
   - **Diagrama de estructuras compuestas:** establece un enlace entre el diagrama de clases y el de componentes, mostrando como los elementos básicos se combinan para construir compuestos más complejos.

- **Diagrama de componentes:** representan los componentes software del sistema que se desea construir, siendo partes reempazables de un sistema que es conforme y proporciona la implementación de un conjunto de interfaces.
- **Diagrama de despliegue:** representa el despliegue de componentes sobre los dispositivos físicos.
- **Diagrama de objetos:** representan las instancias de clases y sus relaciones, es decir, objetos y enlaces.
- **Diagrama de paquetes:** se utilizan para mostrar el reagrupamiento de clases.

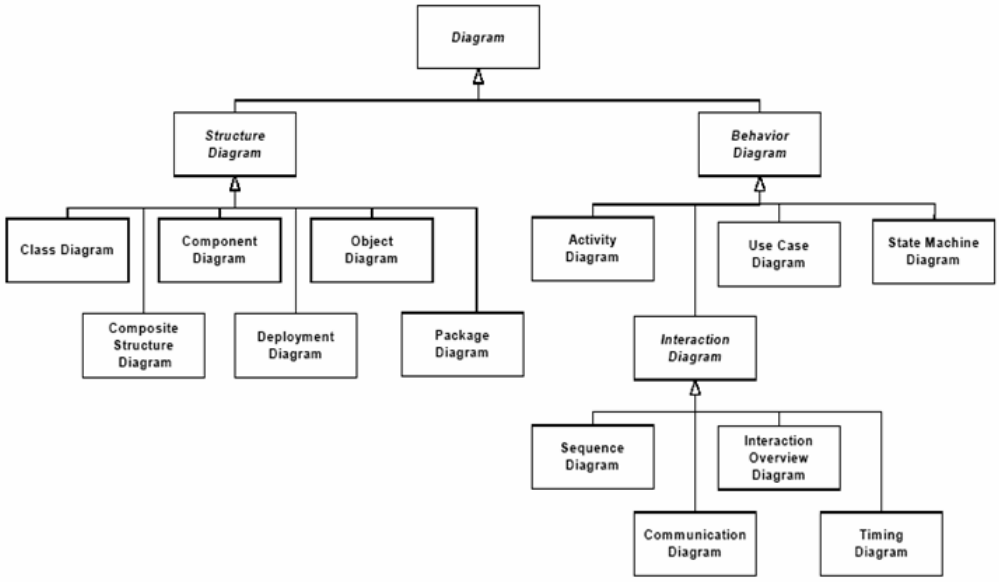

Figura 3.10: Taxonomía de los diagramas de estructura y de comportamiento [166].

2. **Diagramas de comportamiento.**

- **Diagrama de actividades:** describe el comportamiento en términos de flujo de acciones.
- **Diagramas de interacción.**

  - **Diagrama de secuencia:** representa la secuencia temporal de intercambio de mensajes entre objetos.
  - **Diagrama de comunicación:** representa el intercambio de mensajes entre la estructura de objetos.
  - **Diagrama de resumen de interacción:** versión simplificada del diagrama de actividades que muestra los elementos que intervienen en la realización de una actividad más que en la secuencia de actividades.
  - **Diagrama de tiempo:** representa especificaciones temporales adaptadas a sistemas en tiempo real.
- **Diagrama de casos de uso:** representa la funcionalidad del sistema desde el punto de vista del usuario, describe los requisitos funcionales.
- **Diagrama de estados:** representa el comportamiento de una clases en términos de estados y cambios de estados.

3.2.3. Perfiles en UML2

UML fue diseñado como un lenguaje de modelado de propósito general, por lo tanto tiene la ventaja de que sirve para modelar sistemas de todo tipo, diferentes dominios de aplicación y distintas plataformas de objetos distribuidos. Esto le confiere una gran flexibilidad y expresividad, pero en ocasiones es necesario disponer de un lenguaje más específico para modelar determinados dominios particulares. En este caso no se pueden dar dos situaciones problemáticas [74, 75]:

- Que la sintaxis y semántica de UML no permita expresar los conceptos del dominio.
- Que sea necesario restringir y/o especializar los constructores de UML en el dominio particular.

OMG presenta dos soluciones para cubrir las anteriores situaciones y definir lenguajes específicos de dominio (ver Figura 3.11):

- **La primera situación** se puede resolver mediante la definición de un nuevo lenguaje de modelado que cubra las nuevas necesidades del dominio. En este caso los constructores del nuevo modelo pueden tener diferente semántica de la que tienen en UML (por ejemplo, CWM (Common Warehouse Meta-model). Para definir un nuevo lenguaje solo hay que describir su metamodelo utilizando MOF, un lenguaje para describir lenguajes de modelado.

- **La segunda situación** se puede resolver mediante los denominados perfiles de UML. Éstos son unos mecanismos mediante los cuales se puede extender, especializando o restringiendo, los constructores de UML, de manera que se adapten al dominio específico que se quiere modelar y respetando la semántica original de UML.

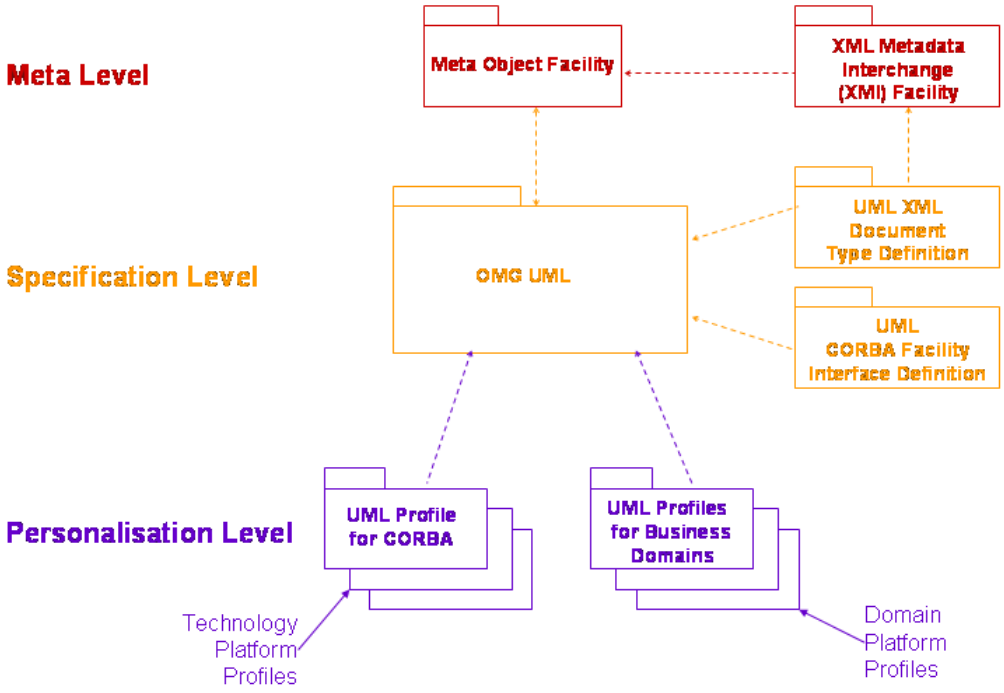

Figura 3.11: Esquema del OMG para la definición de lenguajes específicos mediante el uso de perfiles.

Los perfiles de UML 2.0 son un mecanismo de extensión de UML que se pueden utilizar cuando no se quiere modificar la semántica de UML y solo se quiere particularizar alguno de sus conceptos, extendiendo el propio lenguaje y creando un lenguaje de modelado derivado de UML. La Figura 3.12 muestra la situación de los perfiles de UML en relación con la arquitectura de metamodelos definida por el OMG.

En UML versión 1.x los perfiles estaban definidos de manera un poco confusa. En la versión 2 se ha mejorado esta definición, estableciendo las relaciones permitidas entre los elementos a especificar y el uso de las metaclases de un metamodelo. En particular, el paquete Profiles de UML 2.0 define mecanismos para adaptar las metaclases de un metamodelo cualquiera a una plataforma o dominio de aplicación particular.

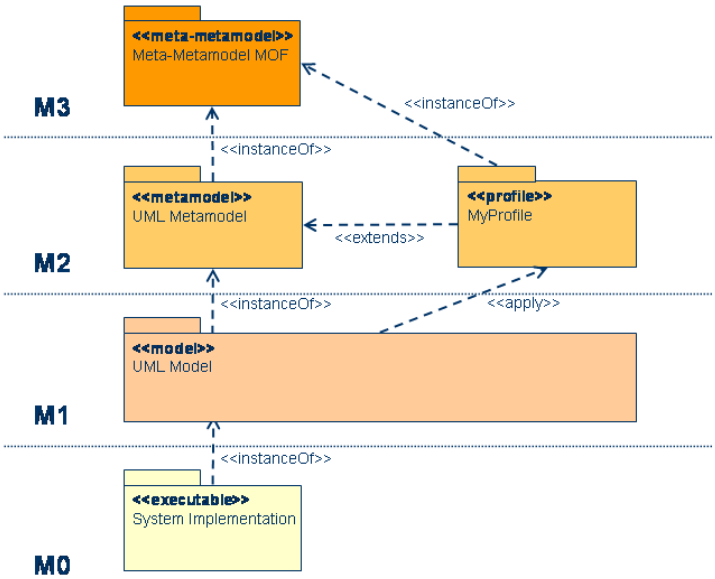

Figura 3.12: Situación de los perfiles en la arquitectura de metamodelos MOF.

Existen diferentes razones por las que un diseñador puede querer crear un determinado perfil, entre ellas la más interesante en este trabajo es la de añadir información que puede resultar útil a la hora de transformar el modelo a otros modelos, o a código. Las principales utilidades de los perfiles de UML se puede resumir en [74]:

1. Disponer de una terminología y vocabulario propio de un dominio de aplicación o de una plataforma de implementación concreta.

2. Definir una sintaxis para construcciones que no cuentan con una notación propia.

3. Definir una nueva notación para símbolos ya existentes, más acorde con el dominio de la aplicación objetivo.

4. Añadir cierta semántica que no existe o no aparece determinada de forma precisa en el metamodelo.

5. Añadir restricciones a las existentes en el metamodelo, restringiendo su forma de utilización.

6. Añadir información que puede ser útil a la hora de transformar el modelo a otros modelos, o a código.

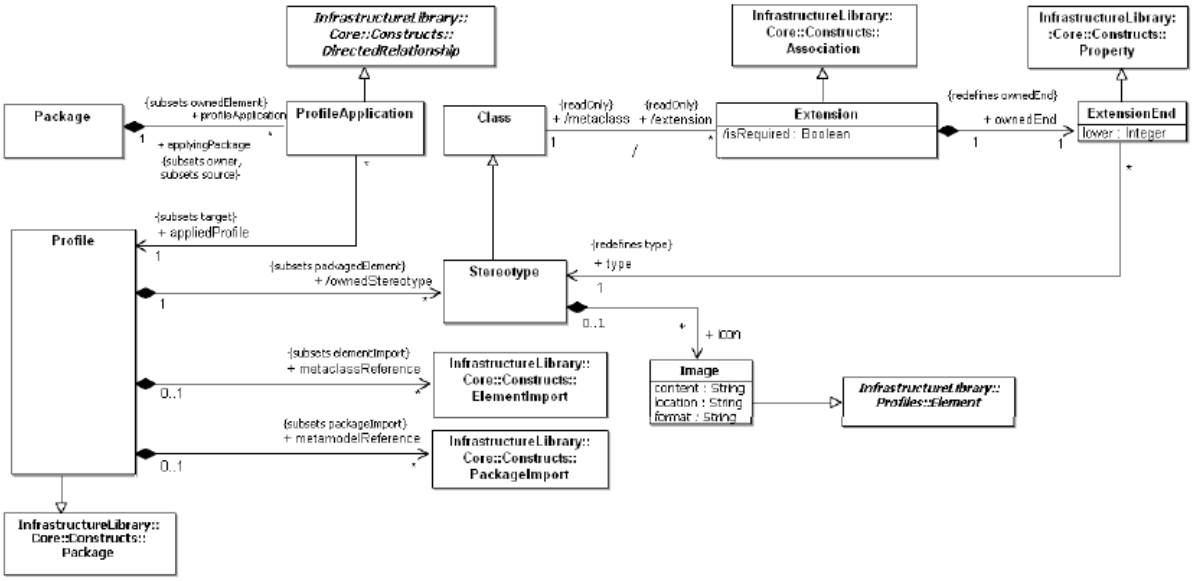

Figura 3.13: Metamodelo de perfiles en UML 2.1.1 [166].

La Figura 3.13 presenta el metamodelo definido en la versión de UML 2.1.1 para los perfiles. Un perfil UML se define mediante un paquete UML, estereotipado como 'profile'. Existen tres mecanismos para definir perfiles:

- **Estereotipos:** definido por un nombre y una serie de elementos a los que puede asociarse.
- **Restricciones:** condiciones que ha de verificar un modelo bien formado de un sistema en un dominio de aplicación. Se puede realizar en lenguaje natural o en OCL (Object Constraint Language), el cual es un lenguaje para consultar y restringir los elementos de un modelo definido en OMG y forma parte de UML.
- **Valores etiquetados:** es un meta-atributo adicional que se asocia a un estereotipo y debe tener un nombre y un tipo.

Por lo tanto, un perfil agrupa los estereotipos, restricciones y valores etiquetados propios de una determinada adaptación. Actualmente existen perfiles de UML para CORBA, CCM, EAI, etc. definidos por OMG que se han convertido en estándares. Y otros definidos por organizaciones y empresas fabricantes de SW y HW que se han convertido en estándares de facto. Por ejemplo un Perfil de UML para CORBA especifica la forma particular en que se puede modelar interfaces y artefactos de CORBA.

En este último punto es interesante la adopción de perfiles UML que ayuden de forma estandarizada a la transformación de un modelo PIM en otro dependiente de la plataforma para la cual se ha creado dicho perfil. Un perfil UML es adecuado para describir los PIM, ya que se debe establecer una correspondencia (mapping mediante marcas) entre los elementos del PIM y los del Perfil. Así finalmente, a partir del PIM y el Perfil UML, junto con las marcas y las reglas de transformación será posible obtener el PSM correspondiente.

3.3. Modelado empresarial en el marco del OMG

Unified Modeling Language (UML) se ha convertido en un lenguaje visual estándar para el modelado orientado a objetos que se ha utilizado exitósamente para modelar sistemas de información en dominios muy diferentes [158]. Sin embargo, UML es un lenguaje de modelado de uso general que puede ser también útil para modelar otros tipos de sistemas como por ejemplo, una empresa [68, 136]. Otros trabajo en este contexto [171], señalan la posibilidad de utilizar UML como un lenguaje para de modelado empresarial, aun cuando en [21] se especifica bajo que condiciones se puede llevar a cabo.

Los beneficios de los enfoques guiados por modelos y la nueva especificación de UML2 sugieren la necesidad de proporcionar más ejemplos prácticos sobre como utilizar UML para el modelado empresarial [82], y especialmente para el modelado del conocimiento empresarial. En este sentido, algunos trabajos [3] se han llevado a cabo siguiendo esta posibilidad, pero sin embargo esta propuesta no está orientada a la empresa, y no tiene en cuenta las diferentes dimensiones empresariales consideradas en el contexto del modelado empresarial [22, 104].

En esta sección se presenta una perspectivas de estas iniciativas, desde los actuales trabajos en marcha en el OMG para el modelado empresarial, pasando por diversas propuestas para el modelado empresarial utilizando UML y perfiles definidos para tal propósitos.

3.3.1. Iniciativas CIM en el OMG

La **Business Modeling & Integration Domain Task Force** (BMIDTF) (ver Figura 3.14) es la Task Force cuya misión es desarrollar especificaciones de modelos integrados para soportar la gestión de una empresa. Estas especificaciones deben promover la integración intra- e inter-empresarial y la colaboración de personas, sistemas, procesos, y información a través de la empresa, incluyendo socios de negocio y clientes. Las principales áreas de interés para esta Task Force son las siguientes:

- Business planning and motivation modeling.
- Business Process Management.
- Business rules.
- Business modeling.

- Business language and vocabulary.

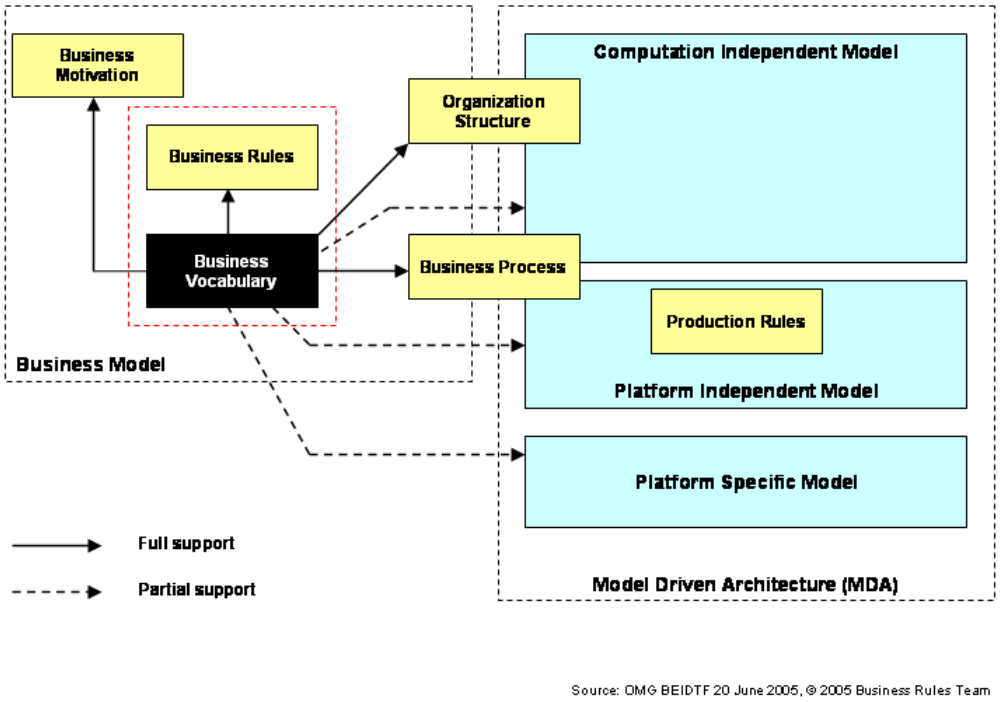

Figura 3.14: Iniciativas del BMIDTF del OMG [164].

Con la finalidad de proporcionar soporte al área de negocio en el dominio de la administración pública, la medición y monitorización del rendimiento, la gestión de la información, la integración, la colaboración a nivel de negocio y con clientes, los acuerdos de servicios, y la gestión y políticas de seguridad.

Para lograr su misión, esta Task Force preparara peticiones de propuestas, evalúa as respuestas y recomienda las propuestas que deben ser adoptadas como especificaciones del OMG. Con ello se pretende facilitar y promover:

- El uso de MDA especificando metamodelos especializados, y especificaciones de integración independientes de la plataforma.
- La colaboración con otros subgrupos del OMG para identificar las oportunidades para modelos de negocio.
- La colaboración con el BPMI Steering Committee para el entendimiento de la industria y la dirección estratégica.

- La colaboración con otros grupos industriales para identificar las oportunidades para modelos de negocio.
- La simplicidad especificando, utilizando e implementando modelos de negocio para los propietarios, planificadores, directores, analistas y desarrolladores de aplicaciones.
- La interoperabilidad entre los componentes desarrollados independientemente que soporten el modelado del negocio y la integración.

Esta Task Force está enfocada en el semántica del negocio semántico y necesita coordinarse con otras 'Task Forces' y 'standards bodies' enfocados en la ejecución en sistemas de información. En el Cuadro 3.3 se presentan los diferentes trabajos que se están desarrollando en la actualidad en el seno de esta Task Force (ver Figura 3.14). A continuación, se presenta un breve resumen de las especificaciones que ya han sido adoptadas por el OMG.

Cuadro 3.3: Trabajos en marcha en el BMIDTF del OMG.

Especificación	**Estado**
BPMM RFC	RFC has been issued
BPRI RFP	Initial submission deadline has passed
Business Proc Def Metamod RFP	FAX Vote is underway; see the adoption recommendation vote page
Org. Structure Metamodel RFP	Letters of Intent deadline has passed
Prod. Rule Representation RFP	Revised submission deadline has passed

3.3.1.1. Business Motivation Model (BMM)

La especificación **Business Motivation Model** proporciona un esquema o estructura para desarrollar, comunicar y gestionar planes de negocio de una manera organizada. Específicamente, permite llevar a cabo las siguientes actividades:

- Identificar los factores que motivan el establecimiento de planes de negocio.
- Identificar y definir los elementos de los planes de negocio.
- Indicar cómo todo estos factores y elementos están interrelacionados.

Entre estos elementos se encuentran los que proporcionan la dirección y la guía del negocio, las políticas de negocio y reglas de negocio.

3.3.1.2. Business Process Modeling Notation (BPMN)

La gente orientada al nivel de negocio están más cómodos visualizando los procesos del negocio en un formato de diagrama de flujo. Hay millares de analistas de negocio que estudian la forma en que las compañías trabajan y definen los procesos del negocio con simples diagramas de flujo. Esto crea un vacío técnico entre el formato del diseño inicial de procesos de negocio y el formato de los lenguajes, tal como BPEL4WS, que deben ejecutar esos procesos de negocio. Este vació deber ser salvado mediante un mecanismo formal que mapee la visualización adecuada de los procesos del negocio (una notación) con el formato de ejecución adecuado (un lenguaje de BPM) para esos procesos de negocio.

La interoperabilidad de los procesos de negocio a nivel humano, antes que a nivel de ingeniería del software, se puede resolver con la estandarización de la notación del modelado de proceso de negocio (BPMN). BPMN proporciona un un 'Business Process Diagram' (BPD), que es un diagrama diseñado para ser usado por las personas que diseñan y gestionan los procesos de negocio. BPMN proporciona también una cartografía formal a un idioma de la ejecución de de BPM (BPEL4WS Sistemas). Así, BPMN proporciona un mecanismo de visualización estándar para los procesos de negocio definidos en una ejecución del lenguaje de proceso optimizada.

3.3.1.3. Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR)

Esta especificación define la semántica del vocabulario de negocio, de los hechos de negocio, y de las reglas de negocio; así como una esquema XMI para el intercambio de vocabularios de negocio y reglas de negocio entre organizaciones y entre herramientas de software.

3.3.1.4. Workflow Management Facility

Interfaces estándar para el control de la ejecución del workflow, monitorización, e interoperabilidad entre workflows definidos y gestionados independientemente unos de otros. Las interfaces están basadas en un modelo de objetos workflow, los cuales incluyen sus relaciones y dependencias con solicitadores, asignaciones, y recursos.

3.3.2. UML como lenguaje de modelado empresarial

En la versión 1.5 [157], la especificación de UML incluye un ejemplo 'UML Profile for Business Modelling', con la finalidad de mostrar como UML puede ser adaptado para modelar empresas. A pesar de que todos los conceptos de UML pueden ser utilizados para el modelado empresarial, el perfil recoge algunos estereotipos, restricciones y valores etiquetados para enfatizar varios conceptos, los cuales son específicos del dominio empresarial [157]. Sin embargo, el perfil es solo un ejemplo y otros trabajos de investigación se han publicado en este contexto para ofrecer más robustez al modelado empresarial mediante UML.

3.3.2.1. Enfoque Marshall

El modelado empresarial se considera en [136] como el desarrollo de modelos dinámicos que ayudan a las empresas a comunicar conceptos relacionados con el negocio a sus socios empresariales. Estos modelos conceptuales facilitan a la gente comprender la complejidad empresarial en el nuevo orden económico. Los modelos empresariales propuestos en este trabajo están desarrollados en UML, con el objetivo de representar la empresa usando diferentes diagramas de la forma más sencilla. Las características de UML empleadas para mostrar las relaciones entre los conceptos empresariales son la herencia y la asociación (agregación y composición). A parte de esto, se definen varios conceptos, tales como '**entidades**' para representar los recursos humanos, materiales y financieros de la empresa; '**acciones**' para mostrar como las empresas interactúan, y por lo tanto no solo describir la estructura estática sino también el comportamiento de las entidades; '**planes**' que representan las futuras acciones planificadas por la empresa con la finalidad de reaccionar al entorno cambiante; '**rules**' para definir la respuesta estándar a las situaciones diarias que ocurren en una empresa; y '**organizaciones**' para representar la estructura legal de la empresa. Finalmente, los modelos empresariales propuestos en este trabajos son los siguientes:

- **Propósito:** para definir el valor añadido de la empresa y su razón de existir. en este modelo, la visión estratégica, la misión táctica y los objetivos operacionales y otros objetivos deben ser representados. Además, este modelo tiene que establecer las medida de control de estos objetivos y la planificación propuesta, bien centralizada o distribuida.

- **Procesos:** para mostrar las acciones realizadas por la empresa con la finalidad de conseguir un valora añadido a los clientes. En esta vista, las acciones están agrupadas para componer procesos de negocio, los cuales son llevados a cabo de

acuerdo a las reglas de workflow y están controladas por diferentes actores con diferentes roles dentro de la organización.

- **Entidades:** para distinguir entre los roles de una entidad en diferentes procesos de negocio en los cuales participa y el conjunto de valores los cuales describen su estructura estática o estado.
- **Organización:** para representar la estructura de la empresa que permite comprender como los procesos de negocio son llevados a cabo dentro de la empresa o entre sus socios.

3.3.2.2. Enfoque Eriksson

La propuesta presentada en [68] para el modelado empresarial esta basada en proporcionar varias vistas de un modelos de negocio. Estas vistas (visión de negocio, procesos de negocio, estructura de negocio y comportamiento de negocio) están compuestas por uno o más diagramas desarrollados en UML, con la captura de los procesos, reglas, objetivos y objetos en el negocio, y sus relaciones e interacciones entre ellos. Los principales conceptos incluidos en Eriksson-Penker Business Extensions son los siguientes:

- **Proceso:** el conjunto de acciones que transforman un conjunto de objetos inputs en objetos outputs, los cuales tienen un valor añadido para el clientes. Los procesos tienen un objetivo y se ven afectados por los eventos.
- **Eventos:** un cambio de estado que es originado por un proceso y luego es recibido por uno o más procesos.
- **Recursos:** toda clase de cosas que son usadas en la empresa, bien físicas o abstractas, como por ejemplo información.
- **Objetivos:** definidos para la empresa y cada uno de sus procesos, siendo el estado deseado para cada recurso empresarial.
- **Reglas de negocio:** definen las condiciones para realizar las actividades de negocio y representar el conocimiento empresarial.
- **Mecanismos generales:** mecanismos para ser utilizados en cualquier diagrama.

3.3.2.3. Metodología CommonKADS

CommonKADS es una metodología para la construcción de sistemas basados en el conocimiento resultado de varios proyectos llevados a cabo en el programa ESPRIT IT de la Unión Europea por la Universidad de Ámsterdam y otros socios europeos. El desarrollo de numerosos sistemas de conocimiento mediante esta metodología lo han convertido en un estándar en la ingeniería del conocimiento, que apoya a los ingenieros de conocimiento en el modelado de conocimiento experto [15, 96, 186].

Aun tratándose de una metodología y estar orientada a la construcción de sistemas basados en el conocimiento, se incluye en este apartado puesto que actualmente la metodología utiliza UML siempre que es posible. En particular, se propone el uso de diagramas de clases, de actividades y de estados, además de patrones de tareas intensivas de conocimiento siguiendo un enfoque orientado a objetos [178]. Sus cuatro principios básicos se resumen en [9]:

1. La ingeniería del conocimiento es una actividad de modelado, por lo tanto el proyecto de conocimiento supone la construcción de un conjunto de modelos que ayudan a dirigir el proceso de ingeniería.
2. El conocimiento se modela primero a nivel conceptual independientemente de la implementación software posterior, siguiendo el principio de nivel de conocimiento de Newell [145].
3. El conocimiento posee una estructura interna estable con patrones que se repiten, pese a la complejidad que posee.
4. El proyecto de desarrollo de un sistema basado en el conocimiento se adecua a un modelo de desarrollo en espiral.

Además, la metodología propone un conjunto de modelos estructurados en tres niveles [9]:

- **Modelos de contexto:** se realizan para responder a la pregunta de por qué es necesario desarrollar un sistema basado en el conocimiento. Incluye tres modelos, el de organización, el de tareas y el de agentes.
- **Modelos conceptuales:** se llevan a cabo para responder a la pregunta de cuál es la naturaleza y estructura del conocimiento y de la comunicación asociada. Incluye el modelo de conocimiento y el de comunicación. En el modelo de conocimiento se incluyen tres tipos de conocimiento principalmente: de dominio o de jerarquía de clases, de tarea o procedural y de inferencia [8].

- **Modelos del nivel artefactual:** se realizan para responder a la pregunta de cómo debe implementarse el conocimiento en un sistema computacional y cuál es la arquitectura adecuada. Incluye el modelo de diseño.

Por lo tanto, en lo referente al modelado se trata de una propuesta que no solo tiene en cuenta el modelado del conocimiento sino también otras dimensiones de la empresa como se puede observar en la propuesta de modelos que realiza. Sin embargo, la propuesta no especifica la utilización de UML mediante su especialización a través del mecanismo de los perfiles.

3.3.3. Perfiles de UML para el modelado empresarial

La definición de perfiles en UML 2.0 es un mecanismo que permite extender las metaclases de un metamodelo existente para adaptarlo a diferentes propósitos. Por lo tanto, este mecanismo hace posible la adaptación del metamodelo de UML a diferentes plataformas (J2EE o .NET) o a un determinado dominio (tiempo real o BPM). A continuación, se presentan algunas investigaciones en marcha para el desarrollo de perfiles de UML en el dominio del modelado empresarial.

3.3.3.1. Perfil de POP* en UML 2.0

En este caso se ha utilizado el mecanismo de los perfiles para definir un perfil UML 2.0 para el metamodelo de POP* anteriormente definido. El propósito del perfil es adaptar el metamodelo de UML a un determinado dominio, de manera que permita modelar de forma completa empresas colaborativas en función del metamodelo definido en POP*.

Sobre el mismo metamodelo POP* se podrían definir diferentes perfiles en UML 2.0, formados por estereotipos que extendieran diferentes metaclases del metamodelo de UML. La elección de las metaclases que son extendidas por los estereotipos es lo que diferenciaría a unos perfiles de otros. Por lo tanto, la elección debe realizarse en función de la utilidad que se le vaya a dar al perfil y el tipo de diagramas UML que se desee generar. Aunque la potencialidad de los perfiles en UML 2.0 permite definir diferentes perfiles para un mismo propósito, su verdadero interés radica en la posibilidad de que un determinado perfil se convierta en un estándar. De esta manera el perfil puede ser ampliamente utilizado por diferentes empresas, herramientas, etc. para el propósito que fue creado.

El objetivo final de este perfil de POP* en UML 2.0 es el de realizar un 'proof of

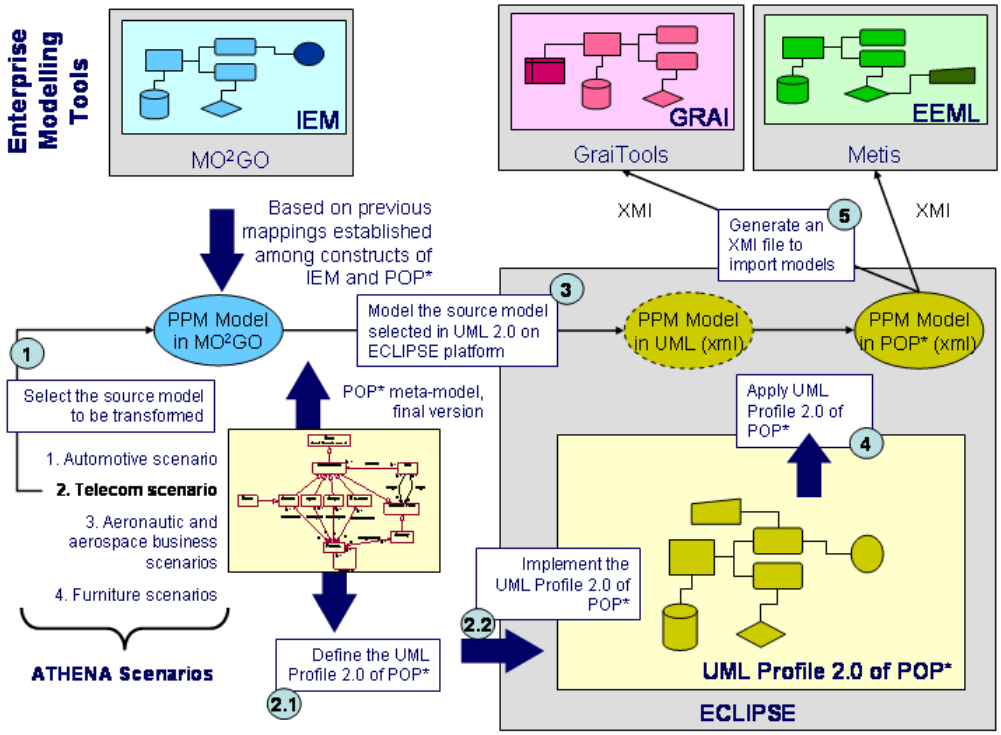

Figura 3.15: Esquema conceptual de la implementación del Perfil UML 2.0 de POP* [89, 151].

concept' del metamodelo de POP* [89, 151]. Para la definición del perfil se han seguido los siguientes pasos:

1. Definición del metamodelo del dominio utilizando UML, incluyendo las entidades del dominio, sus atributos, relaciones y restricciones.

2. Identificación del subconjunto del metamodelo de UML 2.0 que debe ser incluido en el perfil. La especificación de UML 2.0 se organiza en UML 2.0::Infrastructure, que define las estructuras básicas del lenguaje requeridas para UML 2.0, y en UML 2.0::Superstructure, que define las estructuras de UML 2.0 a nivel de usuario. De la Superstructure se ha elegido el siguiente subconjunto de paquetes:

   - UML::Classes::Kernel
   - UML::Classes::Dependencies
   - UML::CommonBehaviors::BasicBehaviors
   - UML::CommonBehaviors::Communications

- UML::Activities::BasicActivities
- UML::Activities::StructuredActivities
- UML::Activities::IntermediateActivities
- UML::Activities::ExtraStructuredActivities
- UML::Activities::CompleteStructuredActivities
- UML::Activities::CompleteActivities
- UML::Interactions::BasicInteractions
- UML::Interactions::Fragments

3. Inclusión en el perfil de un estereotipo por cada elemento del metamodelo definido, utilizando el mismo nombre. Estos estereotipos se han de incluir en un paquete denominado 'profile'. En el Cuadro 3.4 se muestran los elementos definidos en el perfil UML 2.0 para POP*.

4. Especificación de los elementos de UML 2.0 que se están extendiendo. En la Figura 3.15 se presenta el modelo del perfil, en el cual se observan los elementos de UML 2.0 que son extendidos por los estereotipos del perfil.

5. Definición de los atributos del metamodelo como valores etiquetados de los estereotipos correspondientes. Para los valores etiquetados se debe incluir el tipo de datos y posibles valores iniciales.

6. Definición de las restricciones del dominio en el perfil, derivadas por ejemplo de las posibilidades de asociación o de las reglas de negocio del dominio.

7. Identificación de los diagramas UML que son útiles para el perfil.

Cuadro 3.4: Definición del perfil de POP* en UML 2.0.

Dimension	**Concept**	**Stereotype**	**Base Class**	**Parent**
Core	Object	«Object»	Class	
	Person	«Person»	Class	Object
	Information Object	«Information Object»	Class	Object
	Physical Object	«Physical Object»	Class	Object
	Role	«Role»	Class	
	Skill/Capabilities	«Skill»	Class	
			Property	
Process	Process	«Process»	Class	
			Package	
			Action	
	Decision Point	«Decision Point»	Class	
	Gateway	«Gateway»	Class	Decision Point
	Process Role	«Process Role»	Class	Role
				Decision Point
	Control	«Control»	Class	Process Role
	Input	«Input»	Class	Process Role
	Output	«Output»	Class	Process Role
	Resource	«Resource»	Class	Process Role
	Flow Role	«Flow Role»	Class	Role
	Flow	«Flow»	Class	
Organization	Organization Unit	«Organization Unit»	Class	Object
			Package	
	Organization Role	«Organization Role»	Class	Role
	Relationship	«Relationship»	Class	
Decisional	Decision Structure	«Decision Structure»	Class	
			Package	
	Decision Center	«Decision Center»	Class	
	Decision Process	«Decision Process»	Class	Process
			Action	
	Decision frame	«Decision frame»	Class	Object
Product	Product	«Product»	Class	Object
			Package	

3.3.3.2. Otros perfiles

En [3] se muestra el trabajo realizado sobre el uso de perfiles para el modelado del conocimiento. En concreto, el trabajo se centra en proporcionar un perfil definido en UML2 basado en los conceptos de modelado que proporciona la Metodología CommonKADS (ver Sección 3.3.2.3): conceptos, inferencias, método de inferencia, tareas, reglas, etc.

En este caso, el enfoque aporta la novedad de utilizar el XMF (eXecutable Metamodelling Language) definido por el OMG. XMF es un lenguaje de metamodelado orientado a objetos que permite la creación de perfiles en tres pasos: la definición de un modelo de la sintaxis abstracta, la descripción de la semántica, y la presentación de la sintaxis concreta del perfil. Se trata de un trabajo de investigación en marcha, el cual va a ser probado en casos de estudio reales tras el futuro desarrollo de los dos últimos pasos.

En [118] se presenta un marco de modelado para empresas virtuales con el fin de garantizar la agilidad e interoperabilidad en este tipo de empresas a través de sus modelos. Se trata también de un trabajo de investigación en marcha cuyos primeros resultados han sido publicados en el mencionado artículo.

El marco de modelado propone un enfoque híbrido con la finalidad de proporcionar efectos de sinergia al integrar las ventajas de distintos enfoques. De esta forma, el proceso de modelado para desarrollar la empresa virtual sigue las siguientes fases:

1. Identificación de los partners.
2. Diseño de la arquitectura empresarial.
3. Diseño del lenguaje específico del dominio.
4. Modelado CIM/PIM.
5. Simulación mediante el método Pi-calculus
6. Implementación mediante servicios web.

En este caso, se trata de una propuesta amplia de modelado que incluye también los aspectos metodológicos para la creación de una empresa virtual. El enfoque especifica el uso de perfiles de UML como posibilidad para la definición del lenguaje específico de dominio propuesto en la fase 3. Además, la propuesta se hace desde el marco del OMG y teniendo en cuenta la arquitectura MDA como marco general.

3.4. Conclusión

Los trabajos de investigación presentados en esta sección concluyen que es posible y conveniente **utilizar UML para modelar las empresas**. Para conseguirlo, estos trabajos definen los diferentes tipos de conceptos específicos relacionados con el dominio del negocio, y utilizan mecanismos de extensión como estereotipos, valores etiquetados, etc. proporcionados por UML 1.x. Sin embargo, las nuevas especificaciones desarrolladas por el OMG, tales como MDA y UML2, hacen necesario una redefinición de estas propuestas. Puesto que, todas las proposiciones están realizadas sobre la versión 1.x de UML, y no sobre la versión actual 2.1.1 de UML, la cual aporta importantes novedades sobre sus predecesoras. Por otra parte, los trabajo promovidos por el OMG, como BMM, BPMN, SBVR, etc. también demuestran el propio interés del OMG por el modelado en el nivel CIM.

Además, la nueva especificación de **UML2** proporciona a los perfiles más completitud que la versión 1.5. Por lo tanto, es posible personalizar mejor UML. Por ejemplo, UML proporciona muchos diagramas para modelar los aspectos dinámicos, pero no para modelar directamente los procesos de negocio de forma similar a como éstos son representados en un diagrama IDEF0. Por lo tanto, el modelado de procesos de negocio con UML es complejo [149] y el uso de perfiles según UML2 puede hacer esta tarea más fácil.

Teniendo en cuenta el estado de los problemas y soluciones analizado en esta sección, el objetivo de la investigación presentada en este trabajo es considerar la posibilidad de utilizar UML como un lenguaje de representación del conocimiento, basado en dos factores positivos. El **primero**, que se trata de un lenguaje visual, que se ha convertido en un lenguaje orientado a objetos estándar y por lo tanto existen muchas herramientas disponibles en el mercado. Y el **segundo**, que se utiliza comúnmente por los ingenieros para el desarrollo de software en las empresas. Para hacer esto posible, se ha analizado la capacidad de UML2 para extender el lenguaje a un dominio específico, definiendo un Perfil de UML2 para el Modelado del Conocimiento Empresarial, el cual tiene en cuenta las dimensiones empresariales presentadas en el capítulo anterior, y los trabajo previos, UEML y POP*, realizados con el fin de lograr un entendimiento común en el contexto del modelado empresarial.

Capítulo 4

Metodología KM-IRIS para la gestión del conocimiento

El Grupo de Investigación en Integración y Re-Ingeniería de Sistemas (Grupo IRIS) de la Universitat Jaume I ha llevado a cabo, en el período 2003-2006, el Proyecto denominado '**Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales**' financiado por la 'Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología' (CICYT), y en el marco del cual se ha desarrollado esta tesis. El principal objetivo del proyecto ha sido el desarrollo de una arquitectura que permita representar, gestionar y aplicar el conocimiento en cualquier tipo de organización.

Este proyecto es la continuación del trabajo que el grupo viene realizando desde 1997 con la ejecución de diversos proyectos en el ámbito de la integración empresarial con aplicaciones a empresas pertenecientes a sectores como el del transporte, el cerámico o el textil [39, 40, 41, 43, 44]. Estos proyectos han sido financiados por administraciones públicas como la Unión Europea o la CICYT, y por empresas privadas. Su resultado más notable es la Arquitectura de Referencia **ARDIN** [39] y sus extensiones [40, 41, 44] para la integración de la empresa virtual, las cuales permiten la definición y aplicación de una arquitectura capaz de soportar el diseño y creación de la empresa virtual de manera integrada. Los objetivos de este proyecto sobre gestión del conocimiento pretenden extender la arquitectura ARDIN de manera que integre una nueva dimensión, la dimensión del conocimiento, y éste pueda ser representado, gestionado y aplicado dentro de una empresa virtual. Estos objetivos se concretan en:

1. Una metodología para guiar el proceso de desarrollo e implementación de un sistema de gestión del conocimiento en la empresa virtual (denominada

Metodología KM-IRIS).

2. Un conjunto de modelos para permitir la identificación, representación y comunicación del conocimiento inherente a la empresa virtual (denominada **Propuesta MDK**).

3. El diseño de una **infraestructura tecnológica** que permita almacenar, procesar y distribuir el conocimiento dentro de la empresa virtual.

La contribución de esta tesis a este proyecto se ha realizado en la consecución de sus dos primeros objetivos. Por una parte, se ha participado en el **definición de la Metodología KM-IRIS**, especialmente en el desarrollo y validación de sus dos primeras fases. Por otra parte, se ha **desarrollado un marco para la representación del conocimiento** que, basándose en los principios del modelado empresarial tradicional, pretende mejorar su objetivo de externalizar el conocimiento, a la vez que integrarse en la Metodología KM-IRIS con la finalidad de cumplir el segundo objetivo antes mencionado. Este marco para la representación del cocimiento se ha denominado Propuesta MDK y se presenta con detalle en el Capítulo 5 por ser, junto con el desarrollo de las dos primeras fases de la metodología, la principal contribución de la tesis.

En este capítulo se presenta un breve resumen de la Metodología KM-IRIS. En primer lugar, se describe la metodología a nivel general, describiendo las fases y actividades que es necesario llevar a cabo, las técnicas y herramientas de soporte, así como los resultados esperados en cada una de las fases. Esta metodología puede ser utilizada en cualquier tipo de organización que desee llevar a cabo una gestión eficiente de uno de sus principales activos, el conocimiento. En segundo lugar, se muestran las modificaciones que se han realizado en la misma para adaptarla al contexto empresarial.

4.1. Descripción de la Metodología KM-IRIS general

El objetivo de la Metodología KM-IRIS general es proporcionar los pasos y técnicas adecuados para guiar durante la implantación de un sistema de gestión del conocimiento en cualquier tipo de organización. Esta metodología general para la gestión del conocimiento definida por el Grupo IRIS ha sido desarrollada basándose en la experiencia previa del grupo en el desarrollo y utilización de diferentes metodologías de integración empresarial y en el análisis de las metodologías existentes en el campo de la gestión del conocimiento [42]. La metodología ha sido definida en primer lugar a nivel general, con la idea de que cualquier tipo de organización que lo desee pueda utilizarla como guía para la gestión del conocimiento, y luego pueda ser extendida y adaptada a otros dominios o ámbitos más específicos como el empresarial. Como puede observarse en la Figura 4.1 la metodología está dividida en cinco fases:

1. **Identificación:** el punto de partida consiste en identificar los bloques conceptuales de conocimiento, con la finalidad de definir cual es el conocimiento objetivo de la organización y poder categorizarlo. El principal objetivo es identificar cuales son los componentes claves de la organización sobre los que se desea establecer el sistema de gestión del conocimiento, es decir, cuales son los elementos de la misma sobre los que es interesante 'conocer' y llevar a cabo una gestión eficiente sobre el conocimiento que generan.

2. **Extracción:** en esta fase el objetivo es identificar las fuentes de conocimiento que se van a utilizar para extraer el conocimiento de los bloques conceptuales determinados en la fase anterior. Por lo tanto, se han de especificar para cada bloque conceptual definido las variables de entrada relacionadas con cada una de las fuentes identificadas en el procedimiento de extracción del conocimiento objetivo, así como los distintos pasos que se tienen que seguir en dicho procedimiento.

3. **Representación:** una vez identificados los ítemes sobre los que se desea tener conocimiento y definido el procedimiento de obtención del mismo, es necesario plasmar mediante diferentes mecanismos el modelo del conocimiento objetivo, indicando dónde se encuentra y cómo se puede localizar y obtener, es decir, es necesario generar el mapa de conocimiento de la organización.

4. **Procesamiento:** una vez modelado el mapa de conocimiento, el siguiente paso es procesar el conocimiento objetivo que se ha representado en ese mapa; de manera que se tenga un soporte informático que permita a la empresa obtener y utilizar el conocimiento allí y cuando sea solicitado.

5. **Explotación:** la última fase se corresponde con la utilización del conocimiento a través de su mapa de conocimiento ejecutable, lo cual conlleva asociadas la realización de diferentes tipos de tareas relacionadas con la formación, la mejora continua y el mantenimiento.

FASES	ACTIVIDADES	TÉCNICAS	RESULTADOS ESPERADOS	HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DE SOPORTE
FASE I. Identificación	▪ Identificar los bloques conceptuales de conocimiento ▪ Definir el conocimiento objetivo (requisitos de conocimiento) ▪ Clasificar el conocimiento objetivo en categorías	▪ Plantillas y cuestionarios para identificar bloques de conocimiento ▪ Modelos de referencia sobre el conocimiento objetivo	▪ Bloques conceptuales de conocimiento ▪ Conocimiento objetivo ▪ Categorías	▪ Herramientas ofimáticas ▪ Herramientas de modelado
FASE II. Extracción	▪ Extraer el conocimiento de las fuentes para definir las variables de entrada (conocimiento de entrada + información + datos) ▪ Definir el procedimiento de extracción y cálculo	▪ Plantillas para definir las variables de entrada ▪ Modelos de referencia para la extracción y cálculo del conocimiento objetivo	▪ Conjunto de variables de entrada ▪ Procedimientos de extracción y cálculo	▪ Herramientas ofimáticas ▪ Herramientas de modelado
FASE III. Representación	▪ Establecer las relaciones entre el conocimiento objetivo ▪ Elaborar el Mapa de conocimiento	▪ Ontologías ▪ Metamodelado (UML) ▪ Mapas conceptuales	▪ Modelo del Mapa de conocimiento	▪ Herramientas para la ingeniería de ontologías ▪ Herramientas de modelado y meta-modelado
FASE IV. Procesamiento	▪ Desarrollar la infraestructura tecnológica de soporte al mapa de conocimiento siguiendo una metodología orientada a objetos para el desarrollo de sistemas informáticos	▪ Técnicas BPM ▪ Técnicas ETL ▪ SGBD/Documentales ▪ Data warehouse ▪ OLAP ▪ Data mining	▪ Portal de conocimiento (Mapa de conocimiento ejecutable)	▪ Herramientas BPM ▪ Herramientas ETL ▪ SGBD/Documentales ▪ Data Warehouse ▪ OLAP ▪ Data Mining
FASE V. Explotación	▪ Establecer mecanismos de formación y mejora continua entre los integrantes de la organización ▪ Llevar a cabo el mantenimiento y proceso de retroalimentación del sistema de gestión del conocimiento	▪ e-Learning ▪ Groupware ▪ TQM ▪ Normativa ISO de calidad	▪ Uso eficiente del conocimiento en la organización	▪ Herramientas ofimáticas ▪ Herramientas de modelado ▪ Herramientas para el aprendizaje cooperativo

Figura 4.1: Metodología KM-IRIS general para la gestión del conocimiento en cualquier tipo de organización.

A continuación, se describen con más detalle cada una de las actividades de las que constan las diversas fases de la Metodología KM-IRIS general. En la Figura 4.1 se muestra un resumen de las mismas, junto con las técnicas y herramientas de apoyo propuestas para cada una de ellas, así como los principales resultados esperados para cada una de las fases.

4.1.1. Fase I: Identificación

El objetivo de esta fase es identificar el conocimiento sobre el cual la organización desea basar su sistema de gestión del conocimiento. Para facilitar esta tarea primero es conveniente definir y detallar aquellos aspectos de la organización sobre los que se desea 'conocer'. El objetivo final es delimitar los elementos de la organización, cuyo conocimiento y posterior gestión del mismo, van a aportar un valor añadido a la organización. Para ello en primer lugar, se debe definir cuales son los bloques conceptuales de la organización para los cuales sería útil gestionar el conocimiento.

Los **bloques conceptuales de conocimiento** son una abstracción, formada por elementos pertenecientes a la organización o a su entorno, que agrupa un determinado tipo de conocimiento con características comunes, y cuya gestión y explotación se convertirá en objetivo de la misma. Sobre ellos la organización debe basar su sistema de gestión del conocimiento, puesto que una mayor comprensión, entendimiento, capacidad de razonamiento, saber, experiencia, etc. sobre estos elementos clave es imprescindible para un mejor funcionamiento de la misma. Por lo tanto, los bloques conceptuales de conocimiento serán diferentes para cada tipo de organización, e incluso pueden diferir dentro de un mismo tipo de organización, puesto que para su definición será necesario tener en cuenta los objetivos finales de la organización, cuales son sus necesidades, etc.

Con los bloques conceptuales de conocimiento identificados se tienen delimitados los elementos de la organización sobre los que se desea 'conocer', pero es necesario dar un paso más para identificar cual es el conocimiento objetivo que es necesario obtener sobre cada uno de estos bloques para conseguir una mayor eficiencia en la organización. Es decir, el **conocimiento objetivo** debe detallar qué tipo de conocimiento es necesario extraer, representar, procesar y explotar para cada uno de estos bloques conceptuales con la finalidad de aumentar la eficiencia de la organización. Es en este paso cuando se tiene que definir y describir cual es el conocimiento concreto que se va a gestionar para cada uno de los bloques conceptuales definidos y que se establecerá como objetivo a conseguir por la organización y sobre el cual se sustentará su sistema de gestión del conocimiento.

Dado el previsible volumen del conocimiento objetivo identificado puede ser útil establecer una **categorización** dentro de cada uno de los bloques conceptuales que permita clasificar el conocimiento de la organización, con vistas a su posterior representación, procesamiento y utilización.

4.1.2. Fase II: Extracción

La extracción del conocimiento tiene por objetivo definir los mecanismos adecuados para obtener el conocimiento objetivo identificado en la fase anterior. En primer lugar hay que determinar cuales son las variables de entrada que será necesario utilizar para obtener un determinado conocimiento objetivo y las fuentes de conocimiento a partir de las cuales se obtendrán. Estas variables de entrada es posible que sean datos e información que se encuentre en el sistema de información de la organización, es decir, en **fuentes de conocimiento explícito**, en cuyo caso se denominan **variables de entrada explícitas**; o bien, datos, información o conocimiento que poseen la personas que forman el equipo humano de la organización, es decir, en **fuentes de conocimiento tácito**, en cuyo caso se denominan **variables de entrada tácitas**. Así mismo, es posible que alguna de las variables de entrada sea conocimiento generado por el propio sistema de gestión del conocimiento una vez implantado en la organización, por lo que que éste deberá ser capaz de retroalimentarse (ver Figura 4.2).

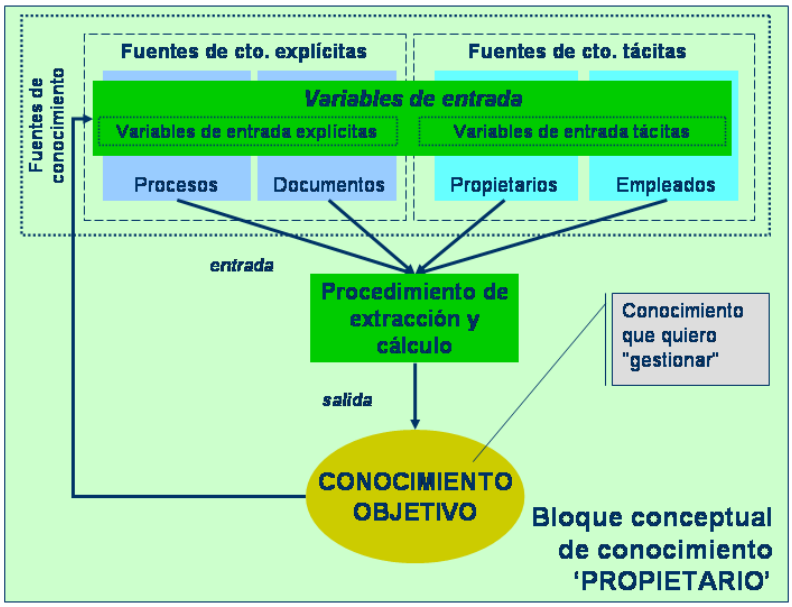

Figura 4.2: Extracción del conocimiento objetivo para cada uno de los bloques conceptuales de conocimiento.

Para definir las variables de entrada tanto explícitas como tácitas para la obtención del conocimiento objetivo de cada uno de los bloques, es necesario determinar cuales son las fuentes de conocimiento a partir de las cuales se pueden obtener dichas variables. Las **fuentes de conocimiento** se definen como aquellos componentes de

la organización o externos a ella que suministran o a partir de los cuales se pueden extraer datos e información que una vez procesados se convierten en conocimiento que puede ser aprovechado por la organización en la consecución de sus objetivos finales.

Finalmente, en esta fase es necesario definir cual es el **procedimiento** que se va a utilizar para la extracción de las variables a partir de las fuentes de conocimiento. Los procedimientos deben indicar tanto el proceso que sea necesario llevar a cabo, como los diferentes métodos (de cálculo, algorítmico, etc.) a realizar en dicho proceso, de manera que combinando las variables de entrada se obtenga el conocimiento. Estos procedimientos variarán en función del bloque conceptual de conocimiento que se esté abordando y de las variables de entrada que se hayan definido (ver Figura 4.2).

En este punto es importante resaltar la diferencia entre lo que denominamos bloques conceptuales de conocimiento y las fuentes de conocimiento, ya que mientras lo primero se refiere a una agrupación ontológica del conocimiento, lo segundo está relacionado con el origen que se utilizará para extraerlo. Por ejemplo, es posible que una organización identifique el bloque conceptual de conocimiento 'PROPIETARIO'. A partir del mismo debe identificar el conocimiento objetivo que desea conocer sobre los propietarios, y en la siguiente fase definir como se va a extraer en el caso de esta organización. El procedimiento de extracción no solo tendrá como entrada datos e información procedentes del propio bloque conceptual 'PROPIETARIO' como fuente de conocimiento, sino que también utilizará otras fuentes de conocimiento explícitas como pueden ser los procesos, los documentos, etc.; y otras fuentes de conocimiento tácitas como la administración, los empleados, etc. Por lo tanto, para calcular/obtener el conocimiento de un bloque no solo se va a utilizar como fuente de conocimiento u origen de ese conocimiento el propio bloque (en la mayoría de ocasiones también implicado), sino también otras fuentes de conocimiento. Además, en cada organización la división de las fuentes de conocimiento en explícito o tácito puede variar en función de que su conocimiento haya sido más o menos sistematizado con anterioridad a la aplicación de la metodología. Con lo cual definir el primer paso de una metodología como identificación de las fuentes de conocimiento, como tradicionalmente se ha hecho, puede inducir a error. Puesto que hace pensar que para calcular/obtener el conocimiento de un bloque solo se va a utilizar como fuente de conocimiento u origen de ese conocimiento al propio bloque y no otras fuentes como es necesario y aconsejable.

4.1.3. Fase III: Representación

Una vez identificado el conocimiento objetivo y definido el procedimiento de obtención del mismo, es necesario representarlo, para ello se ha de realizar una

abstracción de la realidad que se pretende implementar con la finalidad de obtener un modelo de la misma, y que en este caso es el conocimiento. Por lo tanto, la principal tarea en esta fase es establecer un modelo que represente el futuro mapa de conocimiento de la organización. En esta fase el modelado del mapa de conocimiento de la empresa se realizará a dos niveles CIM y PIM.

En la Metodología KM-IRIS, el mapa de conocimiento se representa en distintos niveles de abstracción siguiendo el enfoque MDA propuesto por el OMG. Inicialmente se realiza un modelo del mapa de conocimiento a nivel CIM (Computation Independent Model), es decir independiente de la computación; y posteriormente se utilizan mecanismos de transformación para obtener el correspondiente modelo a nivel PIM (Platform Independent Model) y PSM (Platform Specific Model).

El **modelo CIM del mapa de conocimiento** debe recoger cuales son los bloques conceptuales de conocimiento identificados en la organización, el conocimiento objetivo de cada bloque, dónde se encuentra y cuales son sus interrelaciones con el resto de elementos del mapa, las categorías establecidas, cuales son las variables de entrada necesarias para su obtención, así como los procedimiento de cálculo u obtención. En este nivel, el modelo CIM se apoya en el uso de ontologías como paso previo para el establecimiento de un marco común de los conceptos inherentes a la organización.

4.1.4. Fase IV: Procesamiento

El **modelo PIM** será el resultado de la transformación del modelo del mapa de conocimiento a nivel CIM. En esta fase hay que determinar qué parte del modelo CIM es útil informatizar y luego ejecutar los mecanismos de transformación previamente definidos. Una vez obtenido el **modelo PIM del mapa de conocimiento**, el siguiente paso es generar su correspondiente modelo ejecutable para una determinada plataforma tecnológica. Este modelo, denominado **PSM** según la arquitectura MDA, permite generar el código correspondiente al portal del conocimiento en la plataforma informática escogida de manera que la organización pueda obtener y utilizar el conocimiento donde y cuando sea solicitado.

Las actividades a desarrollar en esta fase están enfocadas a transformar el modelo PIM en un modelo PSM en función de la plataforma seleccionada. Para ello puede ser útil utilizar perfiles previamente definidos para realizar dichas transformaciones, así como metodologías de desarrollo de sistemas informáticos orientadas a objetos y patrones de diseño las cuales pueden ayudar en el diseño y la construcción del sistema, puesto que la definición y el análisis de requisitos han sido realizados en la fase anterior.

4.1.5. Fase V: Explotación

Finalmente, el conocimiento debe ser explotado en el lugar y momento en que sea necesario. Esto implica no solo poner a disposición de la organización el portal de conocimiento generado en la fase anterior, sino dotar a ésta de los mecanismos necesarios para llevar a cabo una utilización eficiente del sistema de gestión del conocimiento desarrollado. Para ello será necesario llevar a cabo tres tipos de tareas relacionadas con la formación, la mejora continua y el mantenimiento:

- La consideración de los aspectos culturales para la participación y cooperación del personal de la organización, así como todos los agentes implicados en su misión, es decir, interacciones con los clientes, proveedores, administración, sindicatos, etc. La implicación de todos los integrantes en las diferentes fases de metodologías como ésta que tienen no sólo aspectos técnicos en cuenta sino también culturales, humanos y organizativos, es uno de los factores claves para el éxito de las mismas, como se apunta en [83].

- El establecimiento de un sistema de indicadores interrelacionados que permitan conocer en todo momento el estado del sistema de gestión del conocimiento, tanto a nivel estratégico como a nivel tecnológico y organizativo, con el fin de asegurar la mejora continua y dinamicidad del sistema, puesto que el conocimiento debe estar en continuo proceso de retroalimentación.

- El establecimiento de políticas y procedimientos que faciliten el automantenimiento del sistema. en este sentido la arquitectura MDA seguida para representar el modelo del mapa de conocimiento a nivel CIM y luego posibilitar su transformación en diferentes pasos hasta obtener las infraestructura tecnológica que soporte el sistema de gestión del conocimiento garantiza que la empresa dispondrá de modelos de su negocio independientes de una tecnología específica, con lo cual son más fáciles de adaptar a nuevos cambios y de mantener debido a la automatización de la transformación de modelos a distintos niveles.

4.2. Adaptación de la Metodología KM-IRIS general a la empresa

La metodología presentada en la anterior sección puede ser aplicada a cualquier tipo de organización para la implantación de su sistema de gestión del conocimiento. Sin embargo, se puede adaptar con la finalidad de facilitar su aplicación. Así por ejemplo, si la organización para la cual se desea desarrollar el sistema de gestión del conocimiento es una empresa, la metodología general puede ser adaptada en lo referente a las técnicas, plantillas, bloques conceptuales predefinidos, etc. para ayudar a las empresas a definir su sistema de gestión del conocimiento lo más eficientemente posible. A su vez, esta adaptación puede especializarse más, particularizándola a distintos sectores o dominios empresariales.

En esta sección se presenta la adaptación de la Metodología KM-IRIS general al contexto empresarial. La Figura 4.3 muestra una visión detallada de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa, cuyas principales extensiones con respecto a la descrita en la sección anterior se explican a continuación.

4.2.1. Fase I: Identificación

En esta primera fase de la metodología, la agrupación de distintos tipos de conocimiento se denomina también **bloque conceptual de conocimiento**. Cada empresa tiene su propia visión, misión y estrategias, por lo tanto el conocimiento que añade valor a su negocio y puede ayudar a su diferenciación con respecto a sus competidores es diferente en cada caso particular. Sin embargo, y teniendo en mente que algunos conceptos comunes pueden ser encontrados en cualquier empresa, esta metodología propone varios bloques conceptuales de conocimiento predefinidos con la finalidad de ayudarlas a identificar el conocimiento más útil para ellas, es decir, su **conocimiento objetivo**. Por lo tanto, la predefinición de estos bloques conceptuales intenta definir los grandes ítemes relacionados con la empresa sobre los cuales cualquier empresa tipo podría desarrollar su sistema de gestión del conocimiento. De esta manera, después cada empresa en particular puede elegir y parametrizarlos en función de sus objetivos estratégicos, del 'core' de la misma, de sus necesidades, etc.

Los bloques conceptuales de conocimiento predefinidos son: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO, RECURSO, PROPIETARIO, PROVEEDOR/CLIENTE, EMPLEADO, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO. Para cada uno de estos bloques conceptuales se ha identificado el conocimiento objetivo que interesa conocer y se ha agrupado en diferentes categorías ontológicas (ver Figura 4.3). De esta

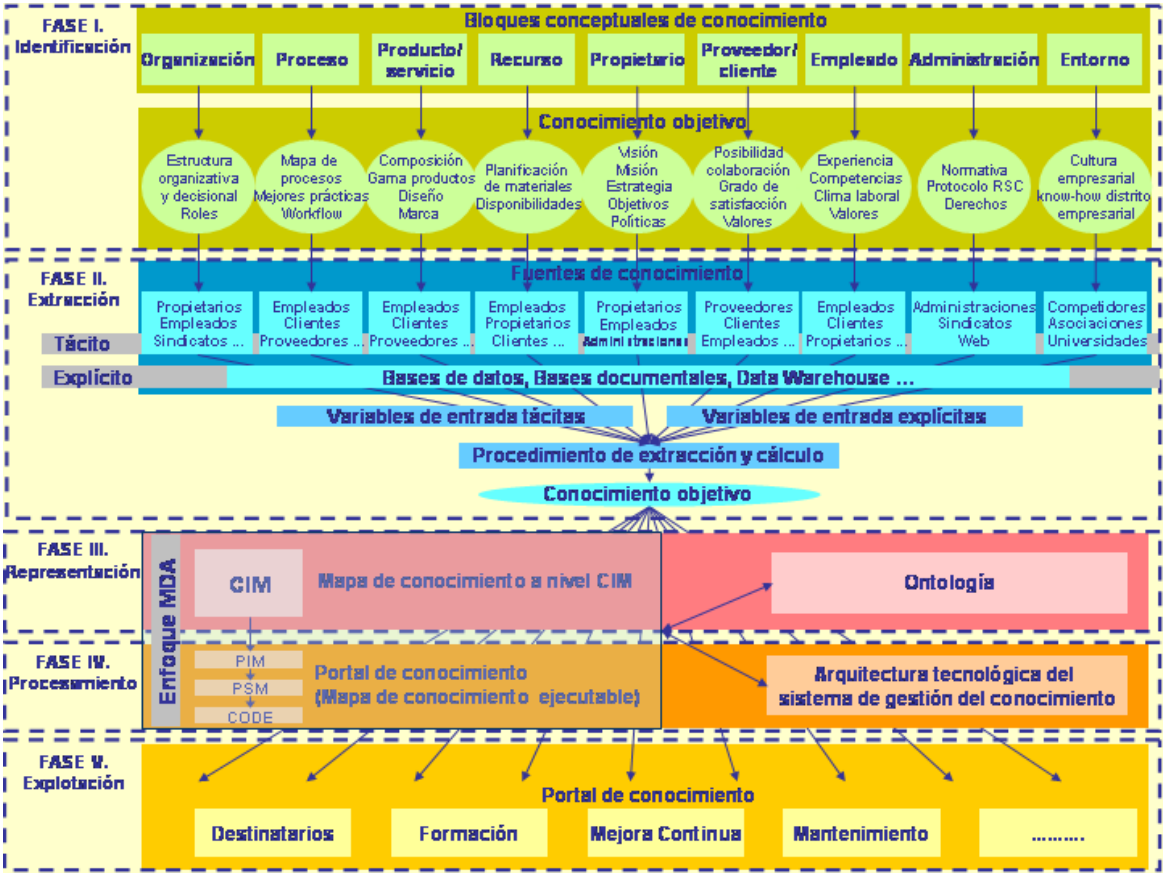

Figura 4.3: Metodología KM-IRIS para la gestión del conocimiento en una empresa.

manera las empresas disponen de una guía en la cual se recoge el principal conocimiento objetivo que se puede identificar en los bloques conceptuales predefinidos, de manera que luego cada empresa o sector puede elegir aquéllos que mejor se adapten a sus necesidades de conocimiento. En el Cuadro 4.1 se presenta un resumen del principal conocimiento objetivo para cada uno de los bloques conceptuales predefinidos propuestos.

Como técnicas de soporte a esta fase se pueden utilizar distintas metodologías que ayuden a identificar los elementos clave de la empresa para la consecución de sus objetivos estratégicos, y aquellas actividades en las cuales la empresa destaca y aportan valor añadido a su actividad, con la finalidad de identificar/seleccionar los bloques conceptuales de conocimiento. Puede resultar útil proporcionar junto a la metodología un conjunto de plantillas o de modelos de referencia que ayuden a las empresas de una misma tipología a definir sus bloques conceptuales de conocimiento, así como

Cuadro 4.1: Resumen del conocimiento objetivo identificado en cada bloque conceptual de conocimiento predefinido para la empresa.

Bloque conceptual	**Conocimiento objetivo**
ORGANIZACIÓN	Estructura organizativa, Estructura decisional, Roles
PROCESO	Mapa de procesos, Mejores prácticas, Workflow
PRODUCTO/SERVICIO	Composición/Estructura, Gama de productos, Diseño, Marca
RECURSO	Planificación de materiales, Disponibilidades
PROPIETARIO	Visión, Misión, Estrategia, Objetivos, Políticas, Valores
PROVEEDOR/CLIENTE	Posibilidades de colaboración, Grado de satisfacción, Valores
EMPLEADO	Habilidades, Experiencia, Competencias, Clima laboral, Contactos, Valores
ADMINISTRACIÓN	Normativa, Procedimientos administrativos, Indicadores RSC, Protocolo RSC, Derechos
ENTORNO	Cultura empresarial, Know-how del distrito empresarial, Código de conducta

Cuadro 4.2: Fase I: Identificación del conocimiento.

Actividad	**Resultado**
Identificar los bloques conceptuales de conocimiento	Bloques conceptuales de conocimiento
Definir el conocimiento objetivo	Conocimiento objetivo
Categorizar y clasificar el conocimiento de cada bloque	Clasificación del conocimiento objetivo en categorías

a identificar y describir el conocimiento objetivo, y finalmente clasificarlo. Para la tarea de identificación del conocimiento objetivo en ocasiones y dependiendo del tipo de bloque de conocimiento pueden elaborarse diversos cuestionarios tipo para la recogida de las necesidades de conocimiento sobre un determinado bloque conceptual. El resumen de las actividades y resultados esperados en este fase se muestran en el Cuadro 4.2.

4.2.2. Fase II: Extracción

En esta fase se han de identificar las **variables de entrada** tanto **explícitas** como **tácitas**, identificando a su vez las **fuentes de conocimiento**, **explícitas y tácitas** respectivamente, que se van a utilizar para extraer dichas variables, así como

los **procedimientos de extracción y cálculo**. Es decir, se realizan las mismas actividades que en la metodología general, pero partiendo de los bloques conceptuales predefinidos. En el caso de la empresa la metodología proporciona un conjunto con las principales variables y fuentes de conocimiento relacionadas con el conocimiento objetivo identificado en la fase anterior, de manera que sirva de apoyo a las empresas en el desarrollo de esta fase.

Cuadro 4.3: Ejemplo de las guías propuestas en las fases I y II de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa.

Fase	**Actividad**	Bloque conceptual CLIENTE	Bloque conceptual PRODUCTO
I	Categoría Ontológica	Beneficio	Marca
	Conocimiento Objetivo	Rentabilidad económica	Percepción de marca
	Descripción	Clasificación de los clientes en función de su rentabilidad económica	Concepto que los clientes tienen de la marca del producto
II	Variables de entrada	Volumen de ventas anuales	Valoración del producto frente a los de la competencia
		Precio medio de los productos adquiridos	Prestigio otorgado al producto
		Calidad media de los productos adquiridos	Valoración subjetiva del producto
		Número de reclamaciones realizadas	Grado de asimilación de la marca con el producto
		Número medio de días de plazo de pago	
		Patrones de comportamiento del cliente	
	Fuente de conocimiento	Base de datos	Cliente
		Base documentales	Cliente
		Data Warehouse	
	Procedimiento de extracción	Técnicas ETL	Cuestionarios
		Técnicas OLT y OLAP	Cuestionarios
		Técnicas de Data Mining	Consultas personales
	Procedimiento de cálculo	Cálculo estadístico	Cálculo estadístico

Las variables de entrada explícitas se obtienen de fuentes de conocimiento explícitas que en las empresas suelen corresponder a bases de datos, bases documentales, Data Warehouses, etc. Las fuentes de conocimiento tácitas a partir de las cuales se pueden obtener las variables de entrada tácitas se corresponden con el personal colaborador de la empresa (clientes, empleados, proveedores, etc.) así como otras entidades como sindicatos, asociaciones empresariales, etc.

El Cuadro 4.3 presenta un ejemplo de las guías propuestas en las fases I y II de la Metodología KM-IRIS al adaptarla a la gestión del conocimiento en una empresa. La columna 'Bloque conceptual CLIENTE' muestra un ejemplo en el cual aparecen fuentes de conocimiento explícitas y la columna 'Bloque conceptual PRODUCTO' otro con fuentes de conocimiento tácitas.

Las técnicas de soporte que se pueden utilizar en esta fase son similares a las descritas para la fase anterior. El resumen de las actividades y resultados esperados en este fase se muestran en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4: Fase II: Extracción.

Actividad	**Resultado**
Definir las variables de entrada	Variables de entrada explícitas y tácitas
Identificar las fuentes de conocimiento	Fuentes de conocimiento
Definir el procedimiento de extracción y cálculo	Procedimientos y técnicas de extracción y cálculo

4.2.3. Fase III: Representación

Para facilitar la elaboración del mapa de conocimiento de una empresa, dentro de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa se ha construido un modelo de referencia que representa el conocimiento objetivo que se desea gestionar en una empresa tipo. Para su desarrollo se han tenido en cuenta dos aspectos. En primer lugar el uso de ontologías como medio para proporcionar una base de entendimiento común a toda la empresa, y en segundo lugar el uso del enfoque MDA y UML para obtener una representación visual del mapa de conocimiento empresarial que pueda convertirse en un modelo ejecutable.

Una ontología es una especificación explícita y formal de una conceptualización compartida [92]. Por lo tanto, para crear el modelo de referencia, es necesario utilizar ontologías, ya que permiten establecer un marco común para especificar los conceptos

empresariales que se van a utilizar para expresar y compartir el conocimiento. Existen diversos esfuerzos para definir tanto lenguajes y metodologías cuyo objetivo es capturar ontologías empresariales (por ejemplo IDEF5, PIF y BEM), como extensas ontologías empresariales cuyo objetivo es definir un conjunto de conceptos del dominio empresarial (TOronto Virtual Enterprise, Process Specification Language, y Edinburgh Enterprise Ontology) [28, 78]. Sin embargo, por el momento ninguna de ellas ha sido universalmente aceptada como estándar [140].

Por ese motivo, para construir el modelo de referencia del mapa de conocimiento, se ha definido una nueva **ontología empresarial** considerando (1) los conceptos empresariales mostrados en [28], (2) los diferentes bloques conceptuales de conocimiento propuestos en la fase I de la metodología y (3) las diferentes dimensiones definidas en el contexto del modelado empresarial con el fin de proporcionar una representación holística de la empresa: organización, proceso, producto, decisión, etc. Esta ontología empresarial genérica también puede ser utilizada para que cualquier empresa la especialice a su propio dominio en función del conocimiento objetivo que identifique.

Por otra parte, el enfoque MDA propuesto por el OMG se ha utilizado para desarrollar un modelo gráfico del **mapa de conocimiento a nivel CIM**, que en la fase IV pueda ser transformado en el correspondiente PIM y luego PSM. Para la creación de los modelos se ha utilizado UML como lenguaje de modelado, puesto que se ha convertido en un estándar comúnmente aceptado para el modelado orientado a objetos de todo tipo de sistemas. Ahora bien, debido a las limitaciones de UML como lenguaje de modelado empresarial, se ha aprovechado la nueva capacidad proporcionada por UML2 [159] mediante el mecanismo de los perfiles para extender el metamodelo de UML al dominio específico del conocimiento empresarial. Por lo tanto, se ha definido un Perfil en UML2 que permite el modelado del conocimiento empresarial en diferentes vistas teniendo en cuenta la ontología empresarial genérica previamente definida, así como los bloques conceptuales de conocimiento y el conocimiento objetivo definidos en las fases anteriores.

La **propuesta para el modelado del conocimiento empresarial** realizada en esta fase y que constituye el objeto de la presente tesis se incluye en esta fase III de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa y se explica con mayor detalle en el Capítulo 5.

Las técnicas de soporte para esta fase se enmarcan dentro del contexto del OMG, con las diferentes utilidades que proporciona para el metamodelado y la transformación de modelos, así como en el uso de ontologías y herramientas que permitan su gestión. El resumen de las actividades y resultados esperados en este fase se presentan en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5: Fase III: Representación.

Actividad	Resultado
Particularizar una ontología empresarial	Ontología del conocimiento empresarial
Desarrollar el modelo del mapa de conocimiento a nivel CIM	Mapa de conocimiento CIM

4.2.4. Fase IV: Procesamiento

En esta fase como ya se ha comentado en la Metodología KM-IRIS general el objetivo es diseñar a partir de los modelos PIM obtenidos en la fase anterior la infraestructura tecnológica que dé soporte al sistema de gestión del conocimiento. Para ello el **modelo PIM** se debe transformar en un **modelo PSM** para luego generar el código en la plataforma software especifica seleccionada. Diferentes perfiles definidos en UML, como el 'UML Profile for EAI' o el 'UML Profile for EDOC'; junto con el uso de técnicas y métodos orientados a objetos pueden ayudar en las tareas de diseñar y construir la infraestructura tecnológica a partir de los modelos generados en la fase anterior y en ésta transformados. La ventaja clara que tiene este enfoque para las empresas es que un mismo modelo PIM puede adaptarse a diferentes modelos PSM sobre diferentes plataformas tecnológicas con lo cual se mejoran la productividad, la portabilidad, la reusabilidad, etc. puesto que se dispone de modelos que representan el conocimiento empresarial independientes de una determinada tecnología y su posible rápida evolución.

En el caso particular de las empresas este enfoque debe tener en cuenta que tanto el sistema de información de la empresa como sus componentes: aplicaciones informáticos (ERP, CRM, Data Warehouse, etc.), redes de comunicaciones, call centers, etc. deben ser integrados con la infraestructura tecnológica de soporte al sistema de gestión del conocimiento de manera que la interoperabilidad a nivel de datos y tecnológica esté garantizada.

Para conseguir tal fin la metodología propone la arquitectura tecnológica presentada en la Figura 4.4. En esta arquitectura tanto los datos estructurados proporcionados por aplicaciones como los ERPs o los CRMs, como los no estructurados son integrados a través de un Data Warehouse a partir del cual diferentes herramientas OLAP, de Data Mining, agentes inteligentes, Softbots, etc. proporcionan la funcionalidad requerida en cada momento por el usuario a través de la ejecución de diferentes servicios web establecidos en la arquitectura tecnológica de soporte al sistema de gestión del conocimiento.

A continuación, se ofrece una breve explicación de las principales tecnologías y

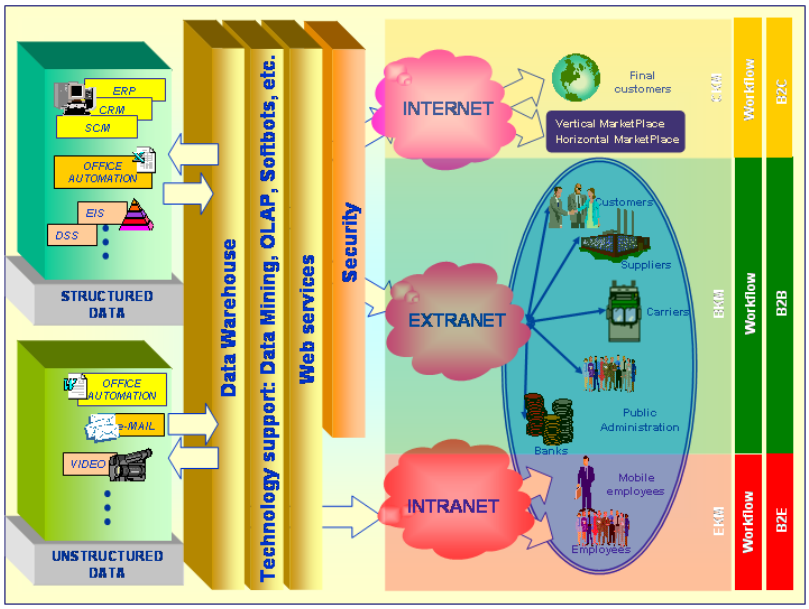

Figura 4.4: Arquitectura tecnológica de soporte al sistema de gestión del conocimiento.

aplicaciones informáticas a integrar en esta arquitectura tecnológica de soporte al sistema de gestión del conocimiento:

- La infraestructura de redes y comunicaciones de la empresa (Intranet, Extranet, servidores de Internet, servidores de aplicaciones, de datos, centrales telefónicas, etc.), es decir, el conjunto de elementos informáticos que posibilitan la comunicación de la empresa entre sus empleados, sus aplicaciones, y de éstos con el exterior. Además, es necesario garantizar la seguridad y controlar los privilegios de accesos. En este punto se debe asegurar la interoperabilidad a nivel de plataforma hardware.

- ERPs (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management) y SCM (Supply Chain Management), herramientas de Workflow y Groupware, Data Warehousing, Sistemas de gestión documental, así como del resto de aplicaciones informáticas que existan en la empresa bien sean de gestión o no deben integrarse en la arquitectura tecnológica para asegurar la interoperabilidad a nivel de datos.

- La inclusión de los modelos empresariales de la empresa realizados sobre sus diferentes dimensiones: proceso, organización, decisión, etc. así como los generados para representar el conocimiento empresarial deben ser integrados a fin de preservar la interoperabilidad a nivel de negocio.

- Por último la infraestructura tecnológica debe estar basada en la ontología común definida en la fase III de la metodología de manera que se asegure la interoperabilidad semántica estableciendo para todo la empresa un marco de entendimiento común y de conceptos compartidos a través de esta arquitectura tecnológica.

El objetivo final es obtener un **portal del conocimiento** que esté basado en un modelo del conocimiento empresarial realizado a nivel CIM, y que luego ha sido transformado en PIM y en PSM. De esta manera se fomenta la interoperabilidad, mantenibilidad, portabilidad y reusabilidad del sistema. El resumen de las actividades y resultados esperados en este fase se muestran en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6: Fase IV: Procesamiento.

Actividad	**Resultado**
Transformar el modelo CIM en PIM	Mapa de conocimiento PIM
Transformar el modelo PIM en PSM	Mapa de conocimiento PSM
Transformar el modelo PSM en código	Portal de conocimiento

4.2.5. Fase V: Explotación

El principales objetivo de esta fase es favorecer la explotación del sistema de gestión del conocimiento por parte de los usuarios. Para ello el sistema de transformación de modelos seguido en las anteriores fases posibilita la obtención de un portal de conocimiento con contenido desde el principio y que además puede retroalimentarse de manera sencilla gráficamente, pero que no necesita del rellenado inicial de los usuarios.

Por otra parte, si bien la adecuada explotación de la gestión del conocimiento tiene aspectos comunes independientemente del tipo de organización en la que se aplique (se basa en la formación, la mejora continua, y el mantenimiento del sistema), cuando la organización es una empresa la explotación de la gestión del conocimiento requiere tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos específicos:

- Los aspectos culturales para la participación y cooperación de todos los empleados y propietarios en el sistema, así como todos los agentes implicados en el negocio de la organización, entre los que destacan los clientes, proveedores, administración y sindicatos, principalmente.

- Considerar la formación en este ámbito como una parte de la inversión estratégica de la empresaria al igual que las plantas y el equipo, ubicándolo como un componente vital en la construcción de la competitividad.

- Garantizar el derecho del conjunto de la plantilla de empleados a beneficiarse colectiva e individualmente del enriquecimiento cognitivo que producen unas transferencias bien canalizadas y controladas, e impedir el ejercicio monopolístico que sobre conocimientos específicos pudieran desarrollar individuos guiados por intereses estrictamente personales.

- Incidir positívamente en la interacción interdepartamental, posibilitando la transferencia entre los departamentos de empresa de los conocimientos de tipo explícito que les son propios, con la finalidad de enriquecerlos por contraste y completarlos según el incremento de eficiencia y eficacia que dicha transferencia incorpora a la solución de los problemas de gestión en cada uno de los departamentos.

- Resolver el problema de los derechos de propiedad, reconociendo los derechos exclusivos de propiedad del conocimiento a cargo del empleado, sobre la base del esfuerzo personal que éste realiza individualmente en el desempeño de sus tareas, y en el coste económico que, con antelación a su entrada en la compañía, tuvo que afrontar para conseguir la base cognitiva que permitiera su ingreso en la misma.

4.3. Conclusión

En esta sección se ha presentado la **Metodología KM-IRIS general** para la implantación de un sistema de gestión del conocimiento en una organización de cualquier tipo, la cual está dividida en cinco fases: identificación, extracción, representación, procesamiento y explotación del conocimiento. Esta metodología general define un conjunto de actividades, técnicas y herramientas que pueden ser adaptadas o extendidas con la finalidad de facilitar su aplicación en cualquier tipo de organización.

En concreto se ha presentado la **adaptación** que se ha realizado para facilitar su aplicación al ámbito empresarial y que más tarde puede ser particularizada a ciertos dominios o sectores empresariales con la definición de plantillas específicas, cuestionarios, modelos de referencia, etc. La adaptación de la metodología al caso de la empresa tiene en cuenta la principal diferencia de éstas con respecto a otro tipo de organizaciones, y es que su última finalidad u objetivo es obtener beneficios. Esta circunstancia posibilita que por ejemplo en la fase de identificación se puedan identificar una serie de bloques conceptuales de conocimiento que seguramente aparecerán en cualquier tipo de empresa, como son por ejemplo ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO, etc., puesto que toda empresa vende un producto o servicio, tiene clientes y proveedores, propietarios, etc. Asimismo y siguiendo esta lógica, la metodología proporciona en el resto de fases una serie de guías y modelos de referencia que permiten identificar el conocimiento objetivo, variables, fuentes de conocimiento, modelos de referencia del mapa de conocimiento, etc. que típicamente pueden aparecer en una empresa. Estas guías y modelos de referencia son una ayuda, y suponen un punto de partida para las empresas que desean comenzar a definir su sistema de gestión del conocimiento mediante esta metodología. Posteriormente cada empresa debe parametrizarlos y adaptarlos en función de sus objetivos estratégicos, sus necesidades y posibilidades, mediante la realización de sucesivos proyectos de mejora.

La principal novedad de esta metodología es que no está enfocada o dirigida por el concepto tradicional de conocimiento explícito o tácito, sino que su principal motivación y elemento director son las necesidades prácticas de la empresa. En este sentido los bloques presentados cubren todas las dimensiones de una empresa, y el conocimiento objetivo definido a partir de ellos representa una ayuda para que las empresas puedan identificar más fácilmente cuales son sus necesidades en relación con su sistema de gestión del conocimiento. La recogida del conocimiento objetivo sugiere que cada empresa tienen una visión y una misión, por lo tanto la metodología proporciona un marco que deber ser especializado atendiendo a las características específicas de la empresa: sector, tamaño, objetivos estratégicos, etc.

Por otra parte, la Metodología KM-IRIS supone uno de los principales resultados del Proyecto CICYT 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales', el cual además ha sido integrado en la Arquitectura de Referencia ARDIN [40] con el objetivo de ampliarla a la gestión del conocimiento empresarial y dar continuidad al trabajo de investigación del Grupo IRIS en el contexto de la integración empresarial.

En relación con esta metodología, en el siguiente capítulo se presenta la **Propuesta MDK** desarrollada para soportar el modelado del conocimiento empresarial en la fase III de la misma, principal contribución de esta tesis junto con el desarrollo y validación de sus fases I y II. La elaboración de esta propuesta para la representación del conocimiento empresarial se ha basado en el trabajo de identificación y extracción del conocimiento objetivo realizado por la doctoranda en el citado Proyecto CICYT para los siguientes bloques conceptuales de conocimiento: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO y RECURSO. Además, se ha tenido en cuenta el trabajo de identificación y extracción del conocimiento objetivo realizado en dicho proyecto para el resto de bloques conceptuales definidos en la Metodología KM-IRIS: PROPIETARIO, PROVEEDOR/CLIENTE, EMPLEADO, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO. De esta manera, la propuesta para la representación del conocimiento empresarial realizada en la fase III de la metodología es completa y proporciona una visión holística de la empresa.

Capítulo 5

Propuesta MDK: conocimiento empresarial dirigido por modelos

Los sistemas de gestión del conocimiento tradicionales han sido introducidos por las empresas como una buena solución que les permite compartir y distribuir el conocimiento entre sus empleados. Sin embargo, en el contexto de la empresa virtual, donde varios partners con diferentes procedimientos, métodos, reglas, cultura, etc. están integrados en una sola empresa, la implementación de un sistema de gestión del conocimiento es una tarea mucho más compleja y no puede ser desarrollada aplicando solo cuestiones tecnológicas. Como solución a este problema en el Capítulo 4 se ha descrito la **Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa**, la cual puede proporcionar a las empresas virtuales una guía en el establecimiento de sistemas de gestión del conocimiento que permitan identificar, extraer, representar, procesar y explotar el conocimiento allí donde sea necesario.

En este capítulo se presenta la **Propuesta MDK** desarrollada para dar soporte a la fase III de esta metodología, permitiendo el modelado del conocimiento empresarial a nivel CIM (Computation Independent Model). Para elaborarla se han desarrollado previamente las fases I y II de la metodología KM-IRIS para el caso particular de las empresas virtuales. De esta forma, se hace posible el establecimiento de un escenario común a nivel conceptual que permite a los partners de una empresa virtual representar y compartir su conocimiento empresarial.

En la Propuesta MDK se ha desarrollado un marco general para el modelado del conocimiento empresarial, teniendo en cuenta la problemática sobre **interoperabilidad**, **generación de software** y **explicitación del conocimiento** del modelado empresarial expuesta en el Capítulo 2. Como arquitectura y lenguaje de modelado se han utilizado **MDA** y **UML**, aprovechando las nuevas capacidades de UML2 en lo

referente a los perfiles, los cuales permiten la extensión de este lenguaje de modelado con diversos fines. El presente capítulo, el cual recoge la principal contribución de la tesis, se organiza en tres partes diferenciadas a parte de la introducción inicial (ver Sección 5.1):

- En la **Sección 5.2** se definen los bloques conceptuales de conocimiento y el conocimiento objetivo para cada uno de ellos, de acuerdo con la fase I de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa, con la finalidad de tener en cuenta las características especiales de la empresa virtual.
- En la **Sección 5.3** se describen las variables de entrada, fuentes de conocimiento, etc. necesarios para la extracción de cada uno de los conocimientos objetivos identificados en el punto anterior, según la fase II de la citada metodología. Ambos resultados, tanto los de la fase I como los de la fase II han sido utilizados como requisitos en el desarrollo de la propuesta de modelado del conocimiento empresarial a nivel CIM, la Propuesta MDK.
- Por último, en la **Sección 5.4** se presenta la Propuesta MDK para la representación del conocimiento empresarial a nivel CIM a partir de los requisitos previamente determinados. Para ello se muestra el marco ontológico en el cual se basa la propuesta y los metamodelos definidos para el modelado del conocimiento empresarial junto con los perfiles de UML2 que los implementan, y los diagramas y modelos que es posible desarrollar para llevar a cabo el mapa de conocimiento empresarial.

5.1. Características de la Propuesta MDK

La Propuesta MDK (Model Driven Knowledge), la cual se explica detalladamente en este capítulo, ha sido desarrollada para proporcionar en la fase III de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa un marco que permita el modelado del conocimiento empresarial a nivel CIM. En la propuesta, con la finalidad de tener en cuenta la empresa no como un ente asilado sino en necesaria cooperación con sus partners, se considera el caso de la empresa virtual en el cual la interoperabilidad con el resto de partners se convierte en uno de los objetivos principales también a nivel de gestión del conocimiento.

A continuación, se establece la relación de la Propuesta MDK con la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa y se presentan el esquema conceptual seguido para su desarrollo así como sus fundamentos.

5.1.1. Consideraciones respecto a la Metodología KM-IRIS

Como ya se ha comentado, la Propuesta MDK se ha desarrollado para facilitar la representación del conocimiento empresarial durante la fase III de la Metodología KM-IRIS para la implantación de un sistema de gestión del conocimiento en una empresa. En relación con la misma es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La Propuesta MDK no es una metodología en si misma, sino que forma parte de la Metodología KM-IRIS para la implantación de un sistema de gestión del conocimiento en una empresa y como tal puede ser utilizada en su fase III de representación. Para ello la propuesta proporciona un marco de modelado que con el uso de los perfiles UML2 implementados permite modelar el conocimiento empresarial a nivel CIM.
- Teniendo en cuenta la posibilidad de adaptación de la Metodología KM-IRIS, la Propuesta MDK considera las características especiales de interoperabilidad que surgen en el entorno económico actual globalizado, en el cual la empresa no es considerada como un ente aislado sino bajo el concepto más amplio de empresa virtual.
- En la propuesta presentada en esta tesis se tienen en cuenta otros resultados obtenidos en la ejecución del Proyecto CICYT 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales' en el cual se enmarca esta tesis, y en particular en la actividad de desarrollo de la Metodología KM-IRIS a fin de no duplicar esfuerzos.

5.1.2. Aportación a la Metodología KM-IRIS

La principal aportación de esta tesis a la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa, así como al Proyecto CICYT 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales' del cual esta tesis forma parte, se puede concretar en:

1. Participación en el desarrollo de la definición, estructura y organización de la Metodología KM-IRIS general para la implantación de un sistema de gestión del conocimiento, así como en el de la versión adaptada a la empresa, en la cual se han adecuado los principios generales definidos para cualquier organización al caso particular de la empresa.

2. La identificación del conocimiento objetivo y de los procedimientos de extracción así como de las variables y fuentes de conocimiento implicadas para los siguientes bloques conceptuales de conocimiento: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO y RECURSO. La identificación y extracción de los otros bloques considerados en la Metodología KM-IRIS: PROPIETARIO, PROVEEDOR/CLIENTE, EMPLEADO, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO no se ha llevado a cabo por haber sido asignado a otro miembro del equipo investigador del Proyecto CICYT antes citado. Sin embargo, éstos últimos también han sido analizados como requisitos con la finalidad de proponer un marco de modelado que cubriera todo el conocimiento empresarial.

3. La Propuesta MDK, en la cual se ha desarrollado un marco para el modelado del conocimiento empresarial a nivel CIM basado en la ontología empresarial definida a partir de los bloques conceptuales antes mencionados. Como lenguaje de modelado se ha utilizado UML2 y su mecanismo de definición de perfiles. Teniendo en cuenta que la propuesta de modelado se sitúa en la fase III de la metodología, las actividades de las fases I y II, las cuales se resumen en las siguientes secciones de este capítulo para los bloques: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO y RECURSO, han sido llevadas a cabo con la finalidad de establecer los requisitos necesarios para la definición de la propuesta para modelar el mapa del conocimiento empresarial. Este mapa debe ser capaz de mostrar entre otros y basándose en la Metodología KM-IRIS:

   - Los bloques conceptuales de conocimiento predefinidos.
   - El conocimiento objetivo definido para cada uno de estos bloques.
   - Las relaciones entre el conocimiento objetivo establecido a través de la categorización establecida sobre el conocimiento objetivo y posterior definición de la ontología de conocimiento empresarial.

- Los procedimientos que se utilizan para la extracción y cálculo del conocimiento objetivo en función de las variables de entrada y fuentes de conocimiento establecidas.

4. La aplicación de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa virtual y de la Propuesta MDK al caso de una empresa real, la cual constituye la validación del marco de modelado del conocimiento empresarial propuesto y se presenta con detalle en el Capítulo 6.

Con el objeto de situar al lector sobre el área de trabajo de esta tesis en el marco del Proyecto CICYT 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales', en la Figura 5.1 se muestra el trabajo de investigación realizado en la misma en relación con la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa.

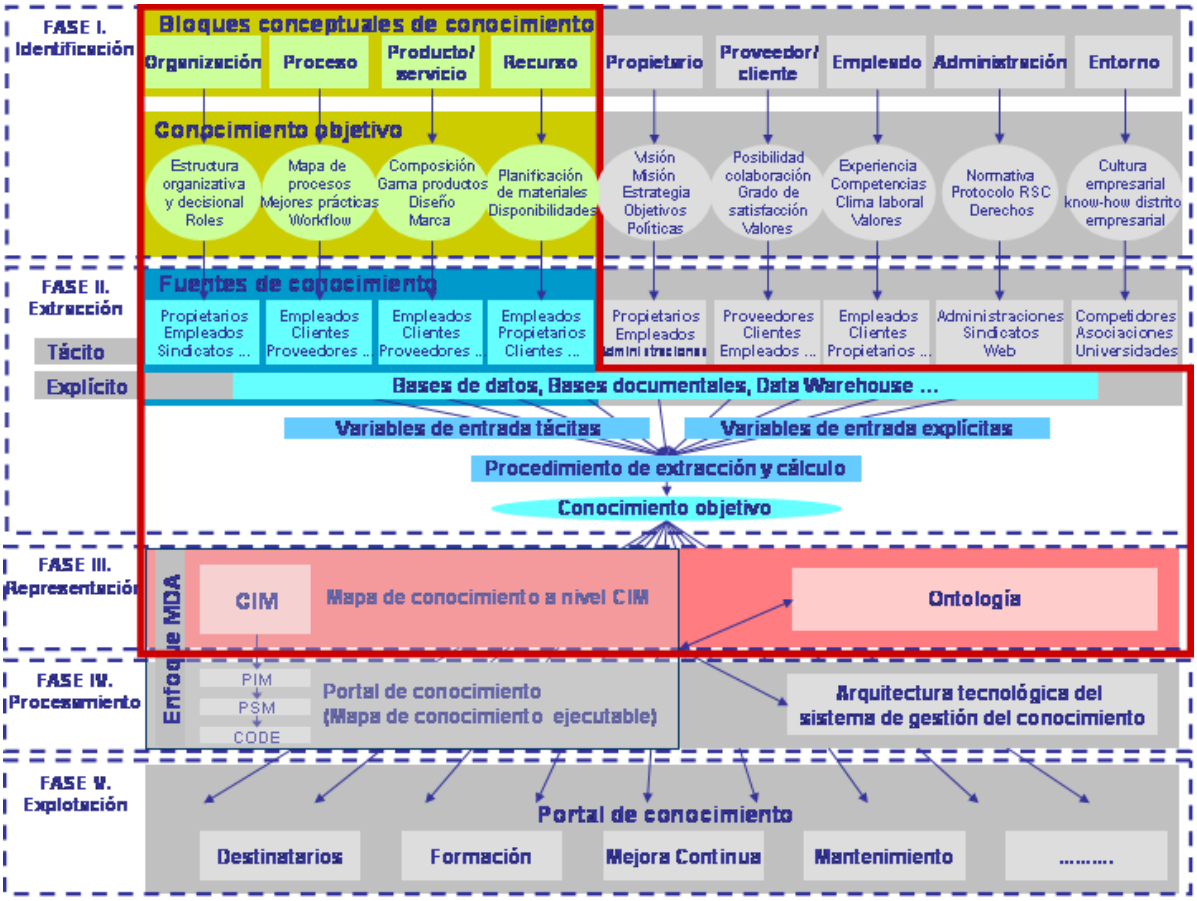

Figura 5.1: Situación del trabajo realizado en la tesis en relación con la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa.

5.1.3. Esquema conceptual de desarrollo

La Propuesta MDK permite representar el mapa de conocimiento empresarial de una empresa virtual a nivel CIM mediante un modelo gráfico. El esquema conceptual seguido para la elaboración de esta propuesta se presenta en la Figura 5.2. El esquema está organizado en seis etapas, de las cuales se ofrece una descripción detallada junto con los resultados obtenidos en las siguientes secciones:

1. Elaborar el conjunto de conocimiento objetivo para cada uno de los bloques conceptuales predefinidos en la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa virtual, junto con las diferentes categorías y subcategorías ontológicas existentes.

2. Definir el conjunto de variables de entrada y fuentes de conocimiento necesarias para la extracción de ese conocimiento objetivo, junto con los procedimientos de extracción y cálculo.

3. Formalizar los resultados obtenidos en las anteriores etapas en la ontología empresarial MDK, la cual representa el marco conceptual y los requisitos sobre los que se desarrolla el marco de modelado del conocimiento empresarial.

4. Definir un conjunto de metamodelos para la representación del conocimiento empresarial a nivel CIM, teniendo en cuenta los requisitos recogidos en la ontología empresarial MDK.

5. Implementar estos metamodelos mediante el desarrollo de diversos perfiles de UML2.

6. Validar los resultados obtenidos en los pasos anteriores mediante la aplicación de la Propuesta MDK a un caso real.

Por lo tanto, la Propuesta MDK permite modelar gráficamente el mapa de conocimiento empresarial a nivel CIM, mediante el uso de los perfiles de UML2 implementados. El conjunto de conocimiento objetivo, variables de entrada, fuentes de conocimiento, etc. definidos para el caso particular de la empresa virtual constituyen los requisitos utilizados para el desarrollo del marco de modelado para el conocimiento empresarial, es decir, la Propuesta MDK. Mediante su aplicación el principal resultado que se obtiene es un modelo gráfico del mapa de conocimiento empresarial a nivel CIM en el cual se representa entre otros el conocimiento objetivo que una empresa desea gestionar.

En la Figura 5.2 se puede observar como a partir de la ontología empresarial definida, y mediante el desarrollo e implementación de los metamodelos y perfiles

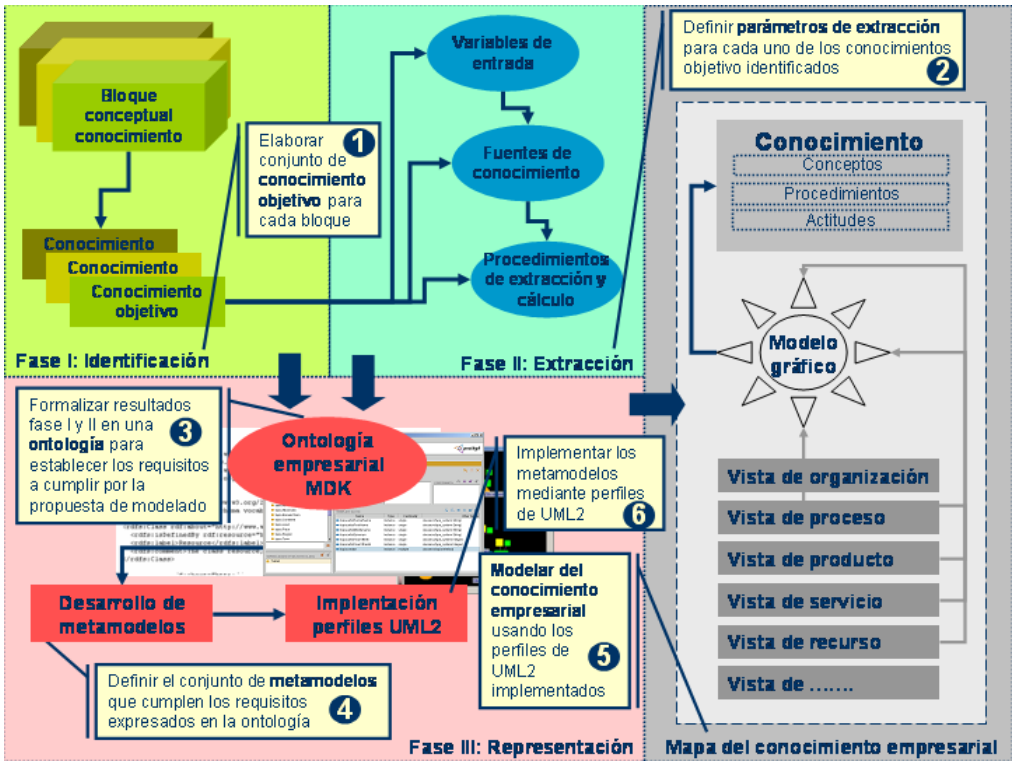

Figura 5.2: Esquema conceptual seguido para la elaboración de la Propuesta MDK.

correspondientes, se pueden establecer las vistas necesarias para configurar el mapa del conocimiento empresarial en función de los bloques conceptuales de conocimiento y el conocimiento objetivo previamente identificados. Cada una de las vistas representa uno o varios bloques conceptuales de conocimiento y está ligada con su correspondiente categoría ontológica. Así por ejemplo, en la vista de producto están representados todos los requisitos de conocimiento establecidos en las fases anteriores en función de los productos que la empresa comercializa. Aparte de cada una de estas vistas, existe una vista global del conocimiento en la cual, éste está representado en función de conceptos, procedimientos y actitudes, y modelado según el perfil de UML2 desarrollado para representar el marco conceptual definido en la Metodología KM-IRIS. Además, el modelo gráfico de cada vista permite el acceso según diferentes niveles de detalle y está en conexión con el resto de vistas empresariales ligadas a través de las diferentes categorías ontológicas.

5.1.4. Fundamentos

La Propuesta MDK está basada en la ingeniería de desarrollo dirigida por modelos, la cual propugna el diseño y desarrollo de sistemas informáticos a partir de diferentes tipos de modelos realizados a diferentes niveles de abstracción, y de la cual la arquitectura MDA definida por el OMG es uno de sus principales exponentes. Según este enfoque, el desarrollo de sistemas informáticos debe estar basado en la separación de la especificación funcional del sistema de los detalles de su especificación en una plataforma determinada. La propuesta MDK sigue esta premisa como principio fundamental además de los siguientes principios:

- **Enfoque dirigido por modelos**. La separación de la especificación funcional del sistema a desarrollar del tipo específico de tecnología software que se va a utilizar para construirlo, mejora como se comentó en el Capítulo 3 la interoperabilidad, portabilidad, mantenibilidad y usabilidad del sistema resultante, en este caso el sistema de gestión del conocimiento. Para ello y siguiendo la arquitectura MDA, la propuesta de modelado se ha desarrollado a nivel CIM, con la finalidad de que luego los modelos de conocimiento empresarial realizados a este nivel puedan ser transformados hacia los niveles inferiores, es decir, PIM y PSM.

- **Propuesta centrada en el modelado empresarial**. Tradicionalmente el modelado empresarial ha sido capaz de explicitar el conocimiento a través del modelado de los procesos, productos, organización, etc. de la empresa. Estos modelos correctamente manipulados ayudan a la gestión del conocimiento en la empresa, la cual a través de modelos gráficos es capaz de comprender mejor cual es el funcionamiento de su negocio y con ello realizar un proceso de toma de decisiones más eficiente. En esta propuesta el modelado empresarial tradicional de las diferentes dimensiones empresariales se ha adaptado para tener en cuenta el conocimiento empresarial como una dimensión en si misma que pueda ser representada gráficamente a nivel CIM, para que luego pueda ser transformada a diferentes niveles de abstracción.

- **Marco de modelado orientado al usuario**. La propuesta se realiza a nivel CIM, como punto de partida a partir del cual tiene que construirse todo sistema de gestión del conocimiento basado en modelos. Puesto que uno de los prerrequisitos del modelado empresarial es el establecer el objetivo del modelado y su ámbito, la propuesta presentada trata de aportar la simplicidad necesaria a nivel CIM. En este nivel se debe representar la empresa de manera que sea comprensible para los usuarios no especializados en modelado, y a la vez con el suficiente nivel de detalle para permitir la definición de los requisitos del

futuro sistema informático. De esta manera, la propuesta presenta un conjunto de modelos orientados al entendimiento del usuario, pero también se sientan las bases para una futura transformación de los modelos producidos a nivel CIM hacia los niveles inferiores.

5.1.5. Guía de uso

Como requisitos previos a la aplicación de la Propuesta MDK a una empresa es necesario llevar a cabo previamente las fases I y II de la Metodología KM-IRIS. La fase I consiste en identificar en primer lugar los bloques conceptuales de conocimiento que son claves para la empresa, y en segundo lugar el conocimiento objetivo que la empresa desea gestionar para cada uno de los bloques. El conocimiento objetivo identificado estará clasificado, además de en los diversos bloques conceptuales de conocimiento, en las categorías y subcategorías ontológicas definidas en la empresa.

El resultado de esta fase es un conjunto de conocimiento objetivo a partir del cual se lleva a cabo la fase II de extracción. Ésta consiste primero en identificar las variables de entrada que sirven para obtener el conocimiento objetivo y las fuentes en las cuales se originan. Por último, en esta fase es necesario definir los procedimientos que son necesarios para la obtención del conocimiento objetivo a partir de las variables y fuentes identificadas.

Los resultados de estas dos fases constituyen los requisitos para desarrollar los modelos que siguiendo la Propuesta MDK permiten obtener el mapa de conocimiento de una empresa. Por lo tanto, una vez llevadas a cabo, la empresa puede aplicar la Propuesta MDK. Ésta como se explicará en las siguientes secciones divide el nivel CIM en dos niveles de abstracción: el CIM-Knowledge, nivel superior del CIM para representar el conocimiento de forma global; y el CIM-Business, nivel inferior del CIM para representar el conocimiento empresarial de forma detallada y desde diferentes puntos de vista.

Para la aplicación de esta propuesta en primer lugar es necesario sintetizar los requisitos obtenidos en los pasos anteriores en una ontología empresarial, la cual constituirá la base sobre la que se desarrollarán los modelos de los dos niveles de abstracción propuestos. A continuación, se deben realizar los diagramas del nivel superior seguidos de los del nivel inferior, los cuales se describen con detalle en las siguientes secciones. En la Figura 5.3 se puede observar un diagrama de actividades de UML en el cual se detallan los pasos que se pueden seguir tanto para el desarrollo de la Propuesta MDK como los previos a su aplicación.

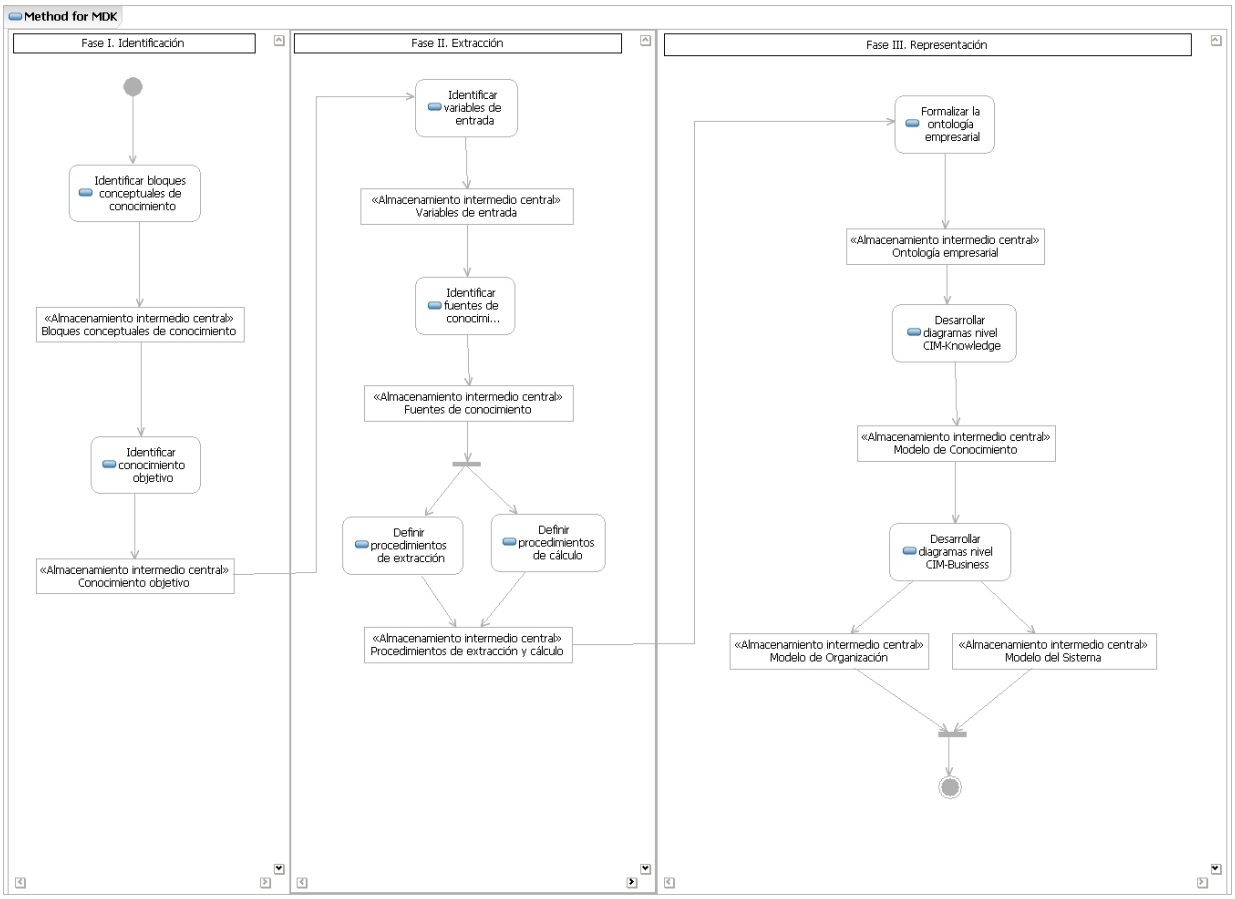

Figura 5.3: Guía de uso de la Propuesta MDK: Diagrama de Actividades.

5.2. Identificación del conocimiento empresarial

El objetivo de esta sección es identificar el conocimiento objetivo de la empresa virtual para cada uno de lo bloques conceptuales predefinidos en la Metodología KM-IRIS, de forma que sirvan como punto de partida para la elaboración de la Propuesta MDK de representación del conocimiento empresarial [85, 87]. Tanto la identificación de los bloques de conocimiento como del conocimiento objetivo son actividades de la fase I de la Metodología KM-IRIS (ver Figura 5.4).

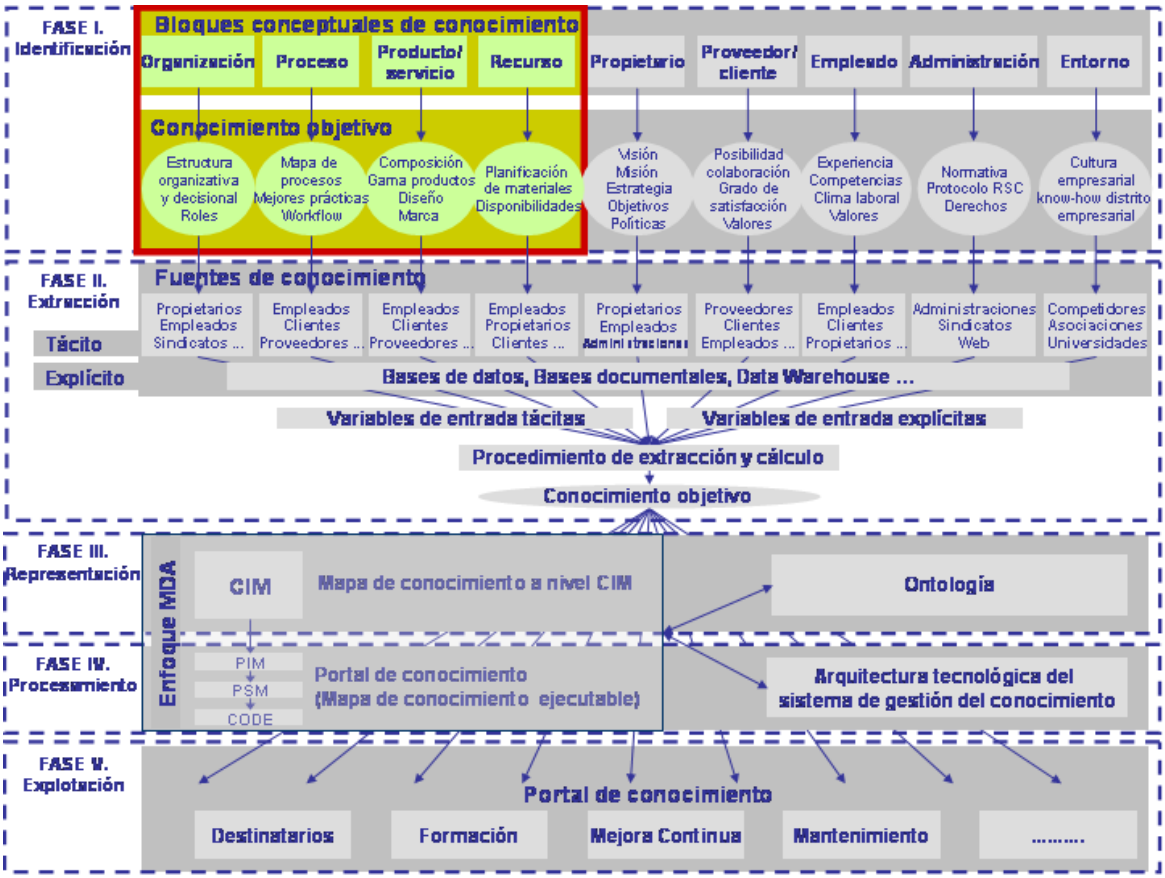

Figura 5.4: Fase I: Identificación del conocimiento empresarial.

En el Capítulo 2 se ha definido el conocimiento empresarial como la red de conexiones entre datos e información, y el propio conocimiento, que permite a las personas implicadas en la empresa actuar y tomar decisiones que añaden valor a su negocio. Teniendo en cuenta esta definición y siguiendo la fase I de la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa presentada en el Capítulo 4, en esta sección se va a

identificar entre otros el conocimiento objetivo de los diferentes bloques conceptuales predefinidos en esta metodología con los siguientes objetivos:

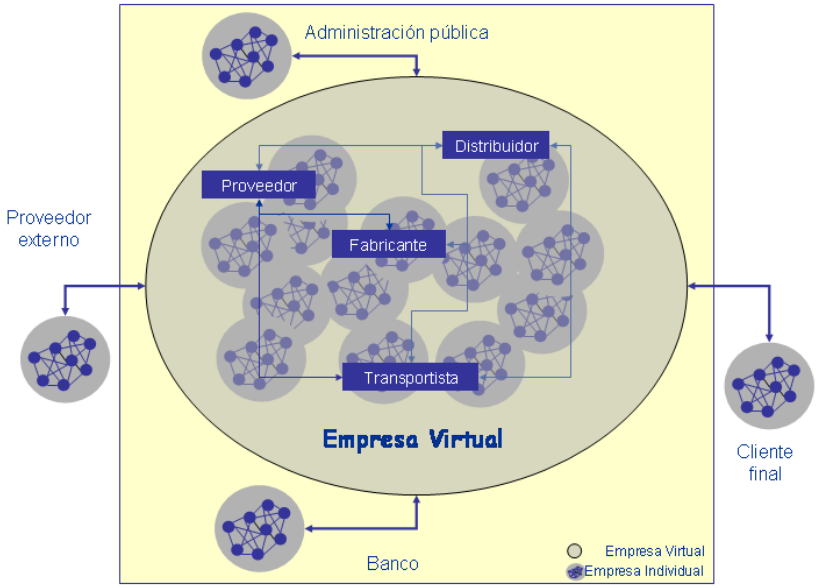

Figura 5.5: Representación de la red empresarial de conocimiento que forma una empresa virtual.

1. Establecer cuales son los requisitos del conocimiento empresarial necesarios para elaborar los metamodelos de la Propuesta MDK que permitan modelar el conocimiento empresarial, en el caso de una empresa virtual.

2. Proporcionar un patrón básico del conocimiento objetivo que pueda ser formalizado en una ontología empresarial que suponga una base para la propuesta de modelado MDK y para cualquier empresa virtual que desee aplicar esta metodología mediante la adaptación de este marco básico. De manera que se convierta en un marco común que permita a las empresas compartir conceptos, notaciones y significados a través de los modelos empresariales cumpliendo así con uno de los requisitos del conocimiento a nivel inter-empresarial [38].

3. Tener en cuenta los requisitos específicos que demanda el nuevo paradigma de organización empresarial a través de empresas virtuales. La Figura 5.5 muestra la estructura en red que conforma una empresa virtual, en la cual cada empresa posee su propia red de conocimiento que debe ser capaz de interconectar con la de los partners que cooperan con ella, de manera que se establezca un marco común

que favorezca la colaboración. En lo referente al conocimiento empresarial las empresas virtuales requieren que se tenga en cuenta que el conocimiento debe ser compartido con el resto de partners que forman la empresa virtual, y la necesidad de establecer un marco común que permita que todos los partners tengan un mismo entendimiento sobre los conceptos, procesos y actitudes compartidas.

5.2.1. Bloques conceptuales de conocimiento

Un bloque conceptual de conocimiento ha sido definido en la Metodología KM-IRIS como una unidad conceptual que recoge todo el conocimiento sobre un determinado ítem de la empresa y a partir del cual ésta desea manipular eficientemente el conocimiento que genera. Los bloques conceptuales de conocimiento predefinidos en esta metodología son: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO, RECURSO, PROPIETARIO, PROVEEDOR/CLIENTE, EMPLEADO, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO.

En este punto es necesario realizar una puntualización sobre el concepto de conocimiento y sobre las controvertidas dimensiones explícita y tácita que se definen sobre él. Existen diferentes opiniones en este punto, algunos autores como [196] opinan que el conocimiento explícito y tácito no son dos formas separadas de conocimiento, sino en realidad inseparables, y componentes necesarios de todo conocimiento. Otros autores sostienen que la frontera entre explícito y tácito se encuentra mucho más en el lado tácito, mientras que otros más pragmáticos simplemente llaman a las cosas no todavía codificadas conocimiento tácito [188]. Siguiendo esta última corriente en este trabajo se asume que en realidad el conocimiento como tal es una propiedad intrínseca de las personas y que por lo tanto en ese sentido puede considerarse como conocimiento tácito, puesto que es una capacidad que tienen las personas y el conocimiento es conocimiento tácito en cuanto que solo puede estar en el cerebro de las personas. Siendo así parece una paradoja intentar implementar un sistema para gestionar el conocimiento puesto que si solo está en el cerebro de las personas no es posible implementar un sistema dedicado a su gestión. Es en entonces cuando se puede hablar de conocimiento explícito en el sentido de que ha sido sistematizado a partir de una fuente tácita, de manera que las personas que lo utilizan son capaces de enriquecer su propio conocimiento a partir de esta explicitación, puesto que como hemos comentado el proceso de conocer es siempre un proceso intrínseco y particular de cada persona. Por lo tanto, el conocimiento no tendría dos dimensiones, una explícita y otra tácita, sino lo que ocurre es que la sistematización y explicitación del conocimiento en un determinado soporte, en este caso informático, puede ayudar a esas mismas personas o a otras a enriquecer su propio conocimiento (siempre tácito) (ver Figura 5.6).

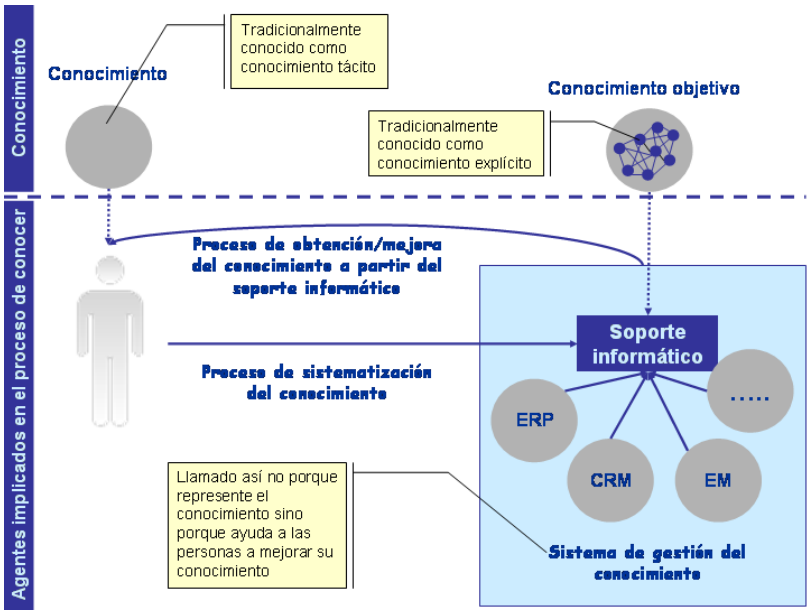

Figura 5.6: Conocimiento explícito/tácito versus conocimiento objetivo/conocimiento.

Sirva de ejemplo el caso de los datos y de la información, mientras que los datos son el registro de un conjunto de símbolos que no ofrecen discusión a las personas y por esa misma razón han sido codificados fácilmente y manejados por los computadores, no ocurre lo mismo con el resultado derivado de su interpretación, la información. La información que de un conjunto de datos se deriva no siempre es la misma si el proceso de su obtención es realizado por diferentes personas, de ahí que su proceso de representación en los computadores haya sido más dificultoso. Hoy en día, la información se representa a nivel computacional mediante bases de datos que usando diferentes tipos de tecnologías básicamente a nivel conceptual representan entidades con determinadas propiedades (datos) y sus relaciones entre ellas. A pesar de esta realidad la información sigue teniendo un componente intrínseco de interpretación personal, dos personas que obtengan la misma información tras la misma consulta sobre una base de datos pueden tener interpretaciones distintas. Al igual ocurre con el conocimiento, el conocimiento es el resultado de un proceso personal en el cual se entrelazan una serie de variables que producen un resultado distinto dependiendo del background de cada persona. En realidad, lo que se tiene representado en la base de datos no es información sino datos, cuando se realiza un consulta de la misma lo que en realidad se obtienen son datos relacionados pero el que en realidad se conviertan en información depende de la persona que los interpreta. Igual esquema debe plantearse para el conocimiento, aquello que se representará en el computador no será más que un conjunto de datos, no será en realidad conocimiento, pero lo que

se desea conseguir es que sus relaciones, representación y obtención proporcionen a las personas los mecanismos adecuados para que les ayuden a aumentar su conocimiento. Por lo tanto, el resultado del proceso si puede considerarse conocimiento, pero lo almacenado en el ordenador no es más que un intento por explicitar y sistematizar ese conocimiento con la finalidad de aumentar el de las personas.

Siguiendo con este razonamiento en la Metodología KM-IRIS no se habla ni de conocimiento explícito ni tácito, y al igual ocurre con los bloques conceptuales de conocimiento. Se define el conocimiento objetivo como la meta a conseguir gestionar en las empresas y que haga que las personas usen ese sistema de gestión del conocimiento obtengan un mayor conocimiento, que debería ser considerado tácito porque reside en su cerebro. A su vez el sistema de gestión del conocimiento trata de recoger mediante su mapa de conocimiento tanto el conocimiento que ya está explicitado o sistematizado en la empresa, como de crear nuevo conocimiento a través del proceso de sistematización del residente en las personas. En cambio, en la metodología lo que si se clasifica según el tradicional concepto de explícito y tácito son las variables de entrada y fuentes de conocimiento que se utilizan en su proceso de obtención.

A continuación, se proporciona una breve descripción para cada uno de los bloques conceptuales de conocimiento predefinidos en la Metodología KM-IRIS:

- **ORGANIZACIÓN:** agrupa conceptualmente al conocimiento sobre cómo se estructura la empresa para cumplir sus propósitos, proporcionando diferentes visiones de la misma pero siempre centradas en el punto de vista de la organización. El bloque está relacionado tanto con la estructura física de la empresa como organización, como con la estructura de objetivos que la motiva, de decisiones que se toman, y de reglas de negocio que la rigen.
- **PROCESO:** en este bloque se clasifica el conocimiento relativo a los procesos que se llevan a cabo en la empresa. Por lo tanto, recoge tanto cuestiones generales a modelar sobre los procesos como los ICOMs (Input, Control, Output, and Mechanisms), documentos utilizados, procedimientos establecidos para su ejecución, know-how, etc., así como los diferentes niveles de procesos que existen en la empresa, incluyendo los procesos colaborativos.
- **PRODUCTO/SERVICIO:** concierne al conocimiento sobre los productos y los servicios proporcionados por la empresa, teniendo en cuenta el tipo de planificación que se sigue y las habilidades necesarias para su obtención, así como otras cuestiones relativas al propio producto en si como el marketing, las composiciones que se pueden realizar sobre el producto o servicios, la calidad, el coste, etc.

- **RECURSO:** se relaciona tanto con los medios humanos como materiales que la empresa precisa para su funcionamiento y la consecución de los objetivos propuestos.
- **PROPIETARIO:** hace referencia a la visión que tienen los dueños de la empresa de su negocio así como de los planes para la misma a largo plazo sobre su futuro y posicionamiento en el mercado.
- **PROVEEDOR/CLIENTE:** se corresponde con las necesidades, percepciones y ofrecimientos que tanto proveedores como clientes tienen u ofrecen con relación a la empresa y a sus productos o servicios. En el caso particular de la empresa virtual algunos de estos proveedores o clientes pueden formar parte de la misma en cuyo caso pasan a denominarse partners.
- **EMPLEADO:** concierne con el conocimiento sobre las necesidades y percepciones del empleado respecto a la empresa y a la consecución de sus objetivos.
- **ADMINISTRACIÓN:** está relacionado con el conocimiento que la empresa necesita gestionar sobre las administraciones públicas, asociaciones no gubernamentales de diferentes tipos, sindicatos, etc.
- **ENTORNO:** concierne al know-how que existe en el entorno en el cual la empresa desarrolla su negocio y que tienen que ver con las destrezas que se pueden conseguir del entorno, con el conocimiento sobre partners y competidores, aprovechamiento de sinergias, etc.

5.2.2. Conocimiento objetivo

El conocimiento objetivo se ha definido en esta tesis como aquel conocimiento empresarial que la empresa se marca como meta gestionar de manera eficiente, con la finalidad de conseguir sus objetivos estratégicos. El conocimiento objetivo mostrado en esta sección va a constituir parte de los requisitos para elaborar el modelo del mapa de conocimiento a nivel CIM. Por lo tanto, el conocimiento objetivo ha sido definido desde el punto de vista del usuario, teniendo en cuenta el conocimiento que los partners que forman una empresa virtual necesitan para mejorar el rendimiento y la interoperabilidad que implica esta nueva forma de organización.

A continuación, para cada uno de los bloques conceptuales de conocimiento predefinidos en la Metodología KM-IRIS: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO, SERVICIO y RECURSO se muestra el conocimiento objetivo correspondientes en varios cuadros, indicando para cada uno de ellos el bloque conceptual al cual pertenecen, la categoría y subcategoría ontológica a la cual se asocian y una breve descripción del

mismo. Como se ha comentado anteriormente, para el resto de bloques conceptuales de conocimiento predefinidos en la Metodología KM-IRIS no se detalla en esta tesis el conocimiento objetivo puesto que esta actividad se ha realizado en el Proyecto CICYT en el cual se enmarca esta tesis.

5.2.2.1. Bloque conceptual de conocimiento: ORGANIZACIÓN

La organización de la empresa está determinada entre otros por sus objetivos. Toda empresa tiene como objetivo final la rentabilidad económica, pero los métodos, mecanismos y objetivos que establecen las empresas para lograr este fin varía mucho entre empresas y es lo que determina su heterogeneidad. Sin embargo, y aunque no todas las empresas tienen sus objetivos expuestos de manera explícita, éstos son un primer conocimiento objetivo deseable para cualquier tipo de empresa, sobre todo en el caso de que éstos estén establecidos de manera tácita o implícita.

Por lo tanto, el identificar el conocimiento relativo a los objetivos (misión, visión, objetivos estratégicos, etc.) que rigen el funcionamiento de la empresa, esté explicitado o no, es el primer paso para la implantación de su sistema de gestión del conocimiento. Puesto que como se ha comentado en la anterior sección, la implementación del sistema de gestión del conocimiento en la empresa virtual está condicionada en primer lugar por sus propósitos y objetivos, los cuales condicionarán el resto de pasos, bloques conceptuales considerados más importantes, conocimiento objetivo que se desea gestionar, etc.

La estructura de **metas** de la empresa está basada en los principios de dirección estratégica definidos en el campo de la organización empresarial. Por lo tanto, el conocimiento necesario a este nivel está relacionado con la misión y visión de la empresa y con los diferentes niveles de objetivos, estratégicos, tácticos y operativos definidos en este marco, así como las estrategias, planes de negocio, políticas, etc. [205] implementados para conseguirlos.

Como ya se ha comentado, es posible que la estructura de objetivos esté explícitamente detallada en el sistema de información de la empresa, o bien esté implícita en su funcionamiento y sea necesario hacerla explícita. Así, dentro de la estructura de metas pueden diferenciarse tres niveles jerárquicos en los cuales se puede agrupar el conocimiento objetivo:

1. **Nivel estratégico:** se define como conocimiento objetivo cuál es la misión y visión de la empresa identificando claramente cuales son los objetivos estratégicos y las estrategias, planes de negocio, políticas, etc. establecidos en la empresa a largo plazo para conseguir esa misión.

2. **Nivel táctico:** a este nivel se ha de conocer qué decisiones son tomadas y qué recursos son asignados a medio plazo para seguir la estrategia definida a nivel estratégico.

3. **Nivel operativo:** a este nivel el conocimiento objetivo está relacionado con las actividades diarias de la empresa y las operaciones que se planifican, coordinan y ejecutan a corto plazo, así como con quien es el encargado de llevarlas a cabo.

La estructura de metas de una empresa determina su **estructura organizativa**, la cual puede ser interesante conocer desde diferentes perspectivas o vistas con la finalidad de presentar una visión más administrativa u otra más centrada en cómo se organizan los recursos humanos de la empresa:

- Desde el punto de **vista directivo y administrativo** es interesante para la empresa conocer cuál es el modo de organizarse, desde la figura jurídica sobre la que se fundamenta hasta posibles redes de colaboración, incluidos los diferentes tipos de empresa virtual que se puedan adoptar (en estrella, en red, cadena de valor, etc.), e incluso acuerdos tácitos que se puedan tener con otras empresas del entorno.

  Uno de los aspectos a mostrar es el organigrama y/o configuración de la red colaborativa de empresa desde el punto de vista estructural, así como la relación que tiene con los partners que forman esa empresa virtual. Por lo tanto, desde esta perspectiva, se debe representar cuál es la estructura de la empresa desde una visión directiva y administrativa, considerando, en primer lugar, el tipo de empresa virtual adoptado, y en segundo, cuál es el organigrama tanto de la empresa virtual como de la individual.

  Finalmente, es necesario establecer cómo esta estructura jerárquica u organigrama determina la organización física de la empresa en distintos niveles de organización como pueden ser: departamentos, unidades departamentales u organizativas, secciones, etc.

- Desde el punto de **vista de los recursos humanos (RRHH)** para completar el organigrama definido en la anterior vista es fundamental conocer el nivel de responsabilidades y tareas a realizar para cada uno de los cargos o perfiles de puestos de trabajo que se hayan definido en la empresa. De esta manera, el organigrama no solo ofrecerá una visión de la estructura organizativa de la empresa, sino que estará ligada a los puestos de trabajo agrupados en unidades organizativas o de trabajo, y relacionándolos con los diferentes empleados que ocupan u ocuparon ese puesto de trabajo.

  Un requisito importante de conocimiento a este nivel es identificar los roles de los empleados, asociándolos a puestos de trabajo que incluyan una descripción

de las tareas, responsabilidades, competencias y habilidades que el rol precisa independientemente del empleado que en ese momento ocupe el puesto de trabajo. Finalmente, en el organigrama han de incluirse tanto los perfiles de puestos de trabajo como los roles necesarios para los empleados que ocupen dichos puestos de trabajo.

Por otra parte en este bloque conceptual se pueden considerar los diferentes tipos de **análisis** que se pueden realizar sobre la empresa. Para ello a nivel de organización la empresa se pude descomponer en diversos tipos de sistemas que ayuden a su análisis como puede ser el sistema decisional, de medición del rendimiento, estratégico, de planificación de la producción, financiero, de información, etc. A continuación, y a modo de ejemplo se detalla el conocimiento objetivo para dos de estos sistemas.

- **Sistema decisional:** sirve para analizar las decisiones que se toman en la empresa y conocer cuál es la estructura de la empresa teniendo en cuenta las decisiones tomadas en la misma en relación con sus funciones empresariales y diversos periodos de tiempo.

  Este apartado tiene un fuerte componente tácito, ya que en la mayoría de ocasiones las decisiones son tomadas a distintos niveles y es difícil su sistematización. Sin embargo, un conocimiento sobre cual es la estructura decisional de la empresa, la cual determina los niveles decisionales existentes, los centros de decisión, etc. es uno de los fundamentos de un sistema de gestión del conocimiento efectivo.

  De esta forma el sistema decisional está formado por centros decisionales los cuales se relacionan con una función empresarial específica en un horizonte y en un periodo, los cuales a su vez están formados por las decisiones tomadas en relación con dicha función empresarial.

  Para obtener cada una de esas decisiones es necesario, valorar el estado inicial de la situación y los parámetros que la van a influenciar como son los objetivos, los criterios, las variables, las restricciones y las reglas. Finalmente, otro de los requisitos es reconocer los roles/empleados encargados de tomar las decisiones a diferentes niveles y cuáles son los procesos críticos para la toma de decisiones [60, 61, 62, 63].

- **Sistema de medición del rendimiento:** es necesario en primer lugar determinar cuál es el sistema de control de la empresa definiendo el sistema de indicadores que se precisa para poder ejercer las medidas correctores oportunas sobre la consecución de los objetivos estratégicos.

  En realidad, más que un sistema de control debe ser un sistema capaz de medir los resultados de los objetivos propuestos, mediante indicadores de efecto, los

cuales a su vez son activados por los inductores a la actuación, es decir, por indicadores de causa.

Por lo tanto, este sistema debe ser una cadena de relaciones de causa-efecto que sea capaz de materializar la estrategia de la empresa a través de la comunicación y formación de sus empleados. En lo referente al sistema de indicadores cada empresa debe definir los suyos propios, los cuales se pueden clasificar básicamente en los siguientes tipos: financieros, de cliente, de proceso, tecnológicos, de formación o de Responsabilidad Social Compartida (RSC) [116, 137].

El último aspectos a tener en cuenta en este bloque conceptual son las **reglas de negocio**, definidas como las normas o directrices proporcionadas por la empresa con la finalidad de llevar a cabo las distintas actividades empresariales. Sobre ellas está basado el funcionamiento de la empresa, y aunque la mayoría están implícitas en las operaciones diarias de la empresa y en la realización de los procesos empresariales, es necesario establecer un adecuado sistema de gestión del conocimiento sobre ellas. A continuación, se ofrece una clasificación de las mismas basada en la categorización presentada en [68]:

- **Implícitas:** son las principales guías y directivas de comportamiento y conducta establecidas en la empresa de forma no explícita para conseguir un buen funcionamiento de todos los elementos implicados en su negocio.
- **Reglas de derivación:** definen como la información puede ser transformada para obtener más información, por lo tanto pueden ser utilizadas para enlazar información y mostrar las dependencias existentes entre los diferentes componentes que forman parte de la información; o como se pueden extraer distintas conclusiones basadas en cierta información. Pueden ser de dos tipos:
  - **De inferencia:** se utilizan para especificar conclusiones que pueden ser hechas cuando ciertos hechos son verdaderos.
  - **De cálculo:** son reglas que se expresan mediante ecuaciones matemáticas, y cuyo resultado se obtiene a partir de información previa que es procesada siguiendo un determinado algoritmo.
- **Reglas de restricción:** establecen las posibilidades estructurales o de comportamiento de los objetos o procesos empresariales, es decir, la forma por la cual los objetos se relacionan con otros objetos o la manera en la cual pueden producirse ciertos cambios. Pueden ser de tres tipos:
  - **Estímulo/repuesta:** definen las acciones que pueden llevarse a cabo cuando algún evento se genera en la empresa.

  - **Operacional:** rigen el comportamiento de los objetos empresariales a través de pre y post-condiciones.
  - **Estructural:** definen cuales son los tipos y relaciones posibles entre los objetos empresariales.

- **Reglas de existencia:** especifica cuando un objeto debe existir y cuando no.
- **Reglas difusas (fuzzy):** se puede utilizar para describir aquellas reglas de negocio que no es posible definir con los anteriores tipos puesto que no pueden ser descritas en los términos binarios de verdadero o falso, o mediante una regla matemática o de inferencia lógica. Para ello se pueden utilizar los principios de la lógica difusa.

En el Cuadro 5.1, 5.2 y 5.3 se muestra un resumen del conocimiento objetivo descrito para este bloque, mostrando las diferentes categorías y subcategorías ontológicas en las cuales se puede agrupar, así como una breve descripción para cada uno de ellos.

Cuadro 5.1: Listado de conocimiento objetivo para el bloque ORGANIZACIÓN (I).

Categoría ontológica	**Subcategoría ontológica**	**Código**	**Conocimiento objetivo**	**Descripción**
Metas	Nivel estratégico	ORa1	Misión	Es la expresión general de lo que quiere ser la empresa, es decir, la definición del negocio que desea conseguir la empresa, en términos de productos y mercado.
		ORa2	Visión	Definición del escenario que describe el estado futuro de la empresa deseado o su capacidad para soportar a largo plazo los objetivos estratégicos.
		ORa3	Valores	Creencias y filosofías fundamentales que guían la implementación de estrategias y tácticas de la empresa. Reflejan un consenso sobre la gestión de decisiones sobre o para el negocio.
		ORa4	Objetivos estratégicos	Concreción de la misión en metas alcanzables y cuantificables, son una definición sobre las direcciones en la cual una empresa intenta orientarse, especificando metas a alcanzar a largo plazo.
		ORa5	Puntos fuertes y débiles	Análisis de los puntos fuertes y débiles de la propia empresa también con la finalidad de adoptar la mejor estrategia posible.
		ORa6	Oportunidades y amenazas	Supone analizar cuales son las principales oportunidades y amenazas que existen en el entorno de la empresa a fin de definir cual es la mejor estrategia para cumplir los objetivos estratégicos propuestos.
		ORa7	Estrategia	Definición del plan de acción que se deriva de los objetivos estratégicos, es decir, el cómo se pretende alcanzar los objetivos estratégicos. Define la línea de productos, los mercados objetivos, los canales para alcanzarlos, la forma de financiación, los objetivos de beneficio, el tamaño de la organización, y la imagen de la empresa para los empleados, proveedores y clientes.
		ORa8	Plan de negocio	Detalle de los proyectos y programas que se van a desarrollar para alcanzar los objetivos propuestos que serán alcanzados siguiendo la estrategia a lo largo de distintos periodos de tiempo.
		ORa9	Factores críticos de éxito	Determinación de las áreas críticas en las cuales la consecución de los objetivos es clave para el buen funcionamiento de la empresa.
		ORa10	Políticas	Método seleccionado entre distintas alternativas y en determinadas condiciones que guía y determina las actuales y futuras decisiones.
		ORa11	Actitudes	Posicionamiento de la empresa ante la sociedad basado en los valores, estrategia y políticas establecidas.
	Nivel táctico	ORa12	Objetivos tácticos	Definen a medio plazo como los objetivos estratégicos sobre lo que la empresa desea conseguir se concretan en metas más alcanzables y cuantificables a nivel de recursos.
		ORa13	Líneas de acción	Concreción de la estrategia en directrices a seguir a nivel táctico.
	Nivel operativo	ORa14	Objetivos operativos	Son la transformación de los objetivos tácticos en acciones concretas que son realizables y cuantificables a corto plazo.
		ORa15	Know-how	Conocimiento o saber hacer que la empresa posee sobre los diferentes procesos y actividades que se llevan a cabo y que contribuyen al buen funcionamiento de la misma.

Cuadro 5.2: Listado de conocimiento objetivo para el bloque ORGANIZACIÓN (II).

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Estructura organizativa	Visión directiva y administrativa	ORb1	Figura jurídica	Define cual es la forma jurídica que tiene la empresa en sus estatutos: sociedad anónima, sociedad limitada, fundación sin ánimo de lucro, etc.
		ORb2	Empresa virtual	Representa la agrupación de distintos partners que comparten recursos con la finalidad de obtener alguna ventaja competitiva, se debe representar cual es la estructura de la empresa virtual y el tipo de relación que ha hecho colaborar a los partner, así por ejemplo se diferencian estructuras: en estrella, en red, etc.
		ORb3	Empresa extendida	Representa el conjunto de empresas que participan en el ciclo de vida de un producto y por tanto colaboran a través de su cadena de valor, en este caso la cooperación se establece alrededor del producto y suele ser más duradera en el tiempo que en el caso de la empresa virtual.
		ORb4	Empresa individual/partner	Es necesario conocer cual es el organigrama de cada empresa individual o partner (en el caso de una empresa virtual) para conocer como la empresa se organiza en unidades organizativas, departamentos, secciones, etc.
	Visión de recursos humanos	ORb5	Cargos/perfiles de puestos de trabajo	Determina cuales son las tareas que se llevan a cabo en un determinado puesto de trabajo, así como también el nivel de responsabilidad exigido para ese puesto. Los cargos se pueden agrupar en diferentes categorías atendiendo a este último criterio, de nivel estratégico, táctico, operativo, y colaborativos o de coordinación.
		ORb6	Roles	Define los diferentes papeles que los empleados de la empresa pueden desempeñar en función de las habilidades y capacidades que deben tener para desempeñar un determinado cargo. Se pueden clasificar en roles de planificación, dirección, control, responsabilidad, liderazgo, creatividad, técnico, coordinación, etc.
Análisis	Sistemas empresariales	ORc1	Categorías	Conocer cuales son los sistemas que es posible definir en la empresa. Por ejemplo, el **sistema estratégico** que se utiliza en la empresa para establecer a la planificación, organización y control de la empresa a nivel estratégico. El **sistema de planificación de la producción**, el cual establece la planificación en el tiempo y la programación detallada para la producción de los productos y/o servicios de la empresa en función de los objetivos estratégicos y tácticos, teniendo en cuenta las condiciones del entorno. El **sistema financiero**, el cual establece las políticas financieras y de inversión de la empresa de manera que se asegure el aprovisionamiento en función de la planificación de la producción establecida.
	Sistema decisional	ORc2	Centros de decisión	Agrupación de determinadas estructuras organizativas de la empresa que colaboran en el proceso de toma de decisiones conjuntamente e independientemente de los sistemas anteriores.
		ORc3	Decisiones	Conocer cual es el estado inicial de la situación sobre la cual se va a tomar la decisión y los parámetros que la condicionarán: objetivos, criterios, variables, restricciones y reglas.

Cuadro 5.3: Listado de conocimiento objetivo para el bloque ORGANIZACIÓN (III).

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Análisis	Sistema de medición del rendimiento	ORc4	Indicadores financieros	Medida cuantitativa del grado de consecución de los objetivos estratégicos definidos en el ámbito de las inversiones y la financiación empresarial.
		ORc5	Indicadores de clientes	Determinar en que medida los objetivos marcados para los clientes se han conseguido.
		ORc6	Indicadores de proceso	Medida del grado de efectividad y eficacia en la realización de los procesos de negocio de la empresa.
		ORc7	Indicadores de formación	Grado de éxito en la consecución de los objetivos planteados en el Plan de formación de la empresa.
		ORc8	Indicadores tecnológicos	Grado de consecución de los objetivos marcados en el Plan de Sistemas de Información de la empresa.
		ORc9	Indicadores de RSC	Medida de la implicación de la empresa en planes de RSC y en el establecimiento de valores que fomenten la sostenibilidad.
Reglas de negocio	Implícitas	ORd1	Normas de conducta	Directrices no escritas que la empresa establece para guiar el comportamiento de sus empleados en las distintas actividades empresariales en las que participan.
	De derivación	ORd2	De inferencia	Conocer las reglas que se utilizan para obtener conclusiones a partir de hechos o información que son verdaderos.
		ORd3	De cálculo	Definir cuales son las reglas que se utilizan para obtener información o resultados derivados de ecuaciones matemáticas o el procesamiento de determinados algoritmos.
	De restricción	ORd4	Estímulo/ respuesta	Definir cuales son los eventos que desencadenan determinadas acciones en la empresa.
		ORd5	Operacional	Determinar las reglas que rigen el comportamiento de los objetos empresariales a través de pre y post-condiciones.
		ORd6	Estructural	Conocer cuales son las reglas que definen cuales son los tipos y relaciones posibles entre los objetos empresariales.
	De existencia	ORd7	Existencia	Reglas que especifican aquellos objetos o procedimientos que deben existir en la empresa y cuando.
		ORd8	No existencia	Definen las reglas que determinan los objetos o sucesos que no tienen lugar en la empresa.
	Difusas (fuzzy)	ORd9		Se puede utilizar para describir aquellas reglas de negocio que no es posible definir con los anteriores tipos puesto que no pueden ser descritas en los términos binarios de verdadero o falso, o mediante una regla matemática o de inferencia lógica. Para ello se pueden utilizar los principios de la lógica difusa.

La Figura 5.7 muestra el cuadro completo de la clasificación ontológica realizada para el bloque conceptual de conocimiento, ORGANIZACIÓN.

Bloque: ORGANIZACIÓN		
Metas	**Estructura organizativa**	**Análisis**
Nivel estratégico	Visión directiva y administrativa	Sistemas empresariales
Misión	Figura jurídica	Categorías
Visión	Empresa virtual	*Sistema estratégico*
Valores	*En estrella*	*Sistema de planificación de la producción*
Objetivos estratégicos	*En red*	*Sistema financiero*
Puntos fuertes y débiles	*Cadena de valor*	Sistema decisional
Oportunidades y amenazas	Empresa extendida	Centros de decisión
Estrategia	*Cadena de valor*	Decisiones
Plan de negocio	*Ciclo de vida del producto/servicio*	Sistema de medición del rendimiento
Factores críticos de éxito	Empresa individual/Partner	Indicadores financieros
Políticas	*Unidad organizativa*	Indicadores de clientes
Actitudes	*Unidad departamental*	Indicadores de proceso
Nivel táctico	*Departamento*	Indicadores de formación
Objetivos tácticos	*Sección*	Indicadores tecnológicos
Líneas de acción	*Subsección*	Indicadores de RSC
Nivel operativo	Visión de los recursos humanos	**Reglas de negocio**
Objetivos operativos	Cargos/perfiles de puesto de trabajo	Implícitas
Know-how	*De nivel estratégico*	Normas de conducta
	De nivel táctico	De derivación
	De nivel operativo	De inferencia
	Colaborativos o de coordinación	De cálculo
	Roles	De restricción
	De planificación	Estímulo/respuesta
	De dirección	Operacional
	De control	Estructural
	De responsabilidad	De existencia
	De liderazgo	Existencia
	Creatividad	No existencia
	Técnico	Reglas difusas (fuzzy)
	De coordinación	

Figura 5.7: Clasificación ontológica para el bloque ORGANIZACIÓN.

5.2.2.2. Bloque conceptual de conocimiento: PROCESO

Los diversos procesos que se realizan en la empresa y la forma en que éstos se llevan a cabo debe ser uno de los pilares del sistema de gestión del conocimiento en cualquier empresa. Puesto que los procesos determinan la manera en la cual se realizan las actividades de la empresa y por lo tanto un mejor entendimiento y comprensión sobre los mismos puede favorecer su eficiencia.

Por lo tanto, el primer conocimiento objetivo a definir en este bloque se basa en determinar los distintos **aspectos a modelar** para cada uno de los procesos. Para ello el primer paso es conocer los elementos necesarios para llevar a cabo cada uno de los procesos de la empresa, es decir, los inputs necesarios y outputs obtenidos así como las

restricciones y los mecanismos requeridos en la realización del proceso en su situación actual (AS-IS). En este conocimiento objetivo se recogen los aspectos básicos a modelar a nivel general sobre los procesos de la empresa, distinguiéndose de mayor a menor nivel de detalle: macroprocesos, microprocesos, actividades y tareas. Además, se puede proporcionar una vista mejorada de los procesos o de como deberían ser (TO-BE). Este conocimiento objetivo está ligado a un proceso de re-ingeniería de los procesos de la empresa en el cual se trata de diagnosticar cual es la situación actual de los procesos, mostrando la vista AS-IS de los mismos, para luego proporcionar diferentes propuestas de mejora en la vista TO-BE, la cual debe mostrar la situación deseada.

Cada uno de los documentos asociados a estos procesos, que pueden ser bien inputs u outputs de distintas actividades, son un conocimiento interesante que se puede obtener de los procesos. Por lo tanto, se han de identificar los documentos que son utilizados en cada proceso, tales como pedidos, albaranes, facturas, etc.

Otro conocimiento objetivo incluido en esta categoría es el know-how que la empresa tiene sobre los procesos que realiza. Esta última parte trata de identificar las capacidades y habilidades específicas que la empresa tiene en cada uno de los procesos que realiza y que aportan verdadero valor añadido a sus procesos. La identificación del know-how sobre los procesos servirá para priorizarlos y establecer en cuales se ha de basar la estrategia de la empresa para obtener un mayor beneficio.

Finalmente, a nivel general sobre los procesos interesa conocer las reglas asociadas, tanto legales como procedimientos específicos (definición, instanciación, ejecución, monitorización, y análisis) que se han definido en la empresa para cada proceso; y cual es su coste, para analizar cual es su rendimiento y el valor añadido para los clientes.

En este bloque de conocimiento, los diversos **flujos** que se dan en la empresa suponen un conocimiento básico para la empresa virtual. A través de estos flujos se puede determinar cuál es el estado de un determinado producto o documento en la empresa, así como controlar y mejorar los flujos de trabajo y de cooperación entre los partners de la empresa virtual. Especial importancia tienen los flujos de decisión y control puesto que para un buen funcionamiento de la empresa virtual deben estar identificados al igual que el resto para localizar los puntos de interoperabilidad. Finalmente, el flujo de datos, información y el propio conocimiento es básico para que se establezca una verdadera sinergia entre los diferentes partners que componen la empresa virtual.

Para cada uno de estos tipos de flujos se puede establecer una clasificación según el tipo de partners de la empresa virtual que implique, distinguiéndose flujos internos, aquellos que se dan entre los componentes de la propia empresa individual (partner);

inter-empresariales, aquellos que se dan entre los partners que forman la empresa virtual; y los externos que son los que se dan entre los componentes de la empresa virtual y otras entidades externas a ella con las que establecen vínculos comerciales o administrativos. A continuación se describen brevemente los diferentes tipos de flujos que pueden convertirse en conocimiento objetivo para la empresa virtual:

- **De materiales:** Conocer cuáles son los caminos que siguen los materiales para ser transformados en la empresa y en qué procesos se utilizan estos materiales.
- **De documentos:** Conocer cuál es la secuencia y posibilidades de transformar diferentes documentos implicados en los procesos empresariales y mediante qué reglas la transformación es llevada a cabo, así como el tipo de información que contienen.
- **De datos/información/conocimiento:** Conocer cuáles son los circuitos que siguen los datos en la empresa y para ser transformados en información y conocimiento con la finalidad de identificar los mecanismos, técnicas y métodos que se utilizan para obtener la información y el conocimiento. Es decir, las estructuras de datos que se usan en la empresa para gestionar la información, conocimiento sobre los metadatos de la empresa.
- **De decisión/control:** Comprender paso a paso como las decisiones son tomadas en la empresa y establecen el control del rendimiento empresarial.
- **De trabajo (workflow):** Conocer cuál es la secuencia de las tareas que componen una actividad, y cómo y cuándo son llevadas a cabo y por quién, así como son coordinadas y sincronizadas.

Finalmente, como requisitos de conocimiento relacionado con los procesos se puede establecer una clasificación de procesos atendiendo a los distintos **niveles de proceso** que se pueden encontrar en las empresas, es decir, teniendo en consideración el valor añadido que su ejecución supone para el cliente:

1. **Procesos de negocio:** son los procesos orientados al cliente y cuya ejecución mayor valor añadido aporta al producto o servicio que es adquirido por el cliente. El conocimiento objetivo relacionado consisten en conocer cuales son los procesos desarrollados por la empresa que son 'core', es decir, principales o nucleares y en los cuales la empresa demuestra sus mejores competencias. Estos procesos son los clave para el funcionamiento de la empresa, puesto que incluyen aquellas actividades en las cuales la empresa tiene un verdadero know-how y que por lo tanto aportan un valor añadido a su producto o servicio final. En esta categoría

se pueden incluir los procesos de obtención del producto o servicio, de venta, de logística, y de marketing.

2. **Procesos de soporte:** son los procesos que no aportan valor añadido a la empresa pero son necesarios para su funcionamiento. En ocasiones es necesario definir qué conocimiento objetivo se desea sistematizar sobre los mismos puesto que aunque no son claves para el cliente, en muchas ocasiones un mejor rendimiento en los mismos puede favorecer el éxito empresarial y sobre todo eliminar costes innecesarios. Estos procesos son los de aprovisionamiento, mantenimiento, administrativos y contables, financieros, fiscales, de recursos humanos, de auditoría, y de calidad y estandarización.

3. **Procesos colaborativos:** son los procesos a través de los cuales se establece la relación con los diferentes partners que forman la empresa virtual, en este sentido se puede hablar de procesos que serían complementarios porque es donde los partners deben interoperar y coordinarse. El conocimiento objetivo para estos procesos consiste en identificar cuales son los procesos clave en los cuales los partners pueden interoperar y cuales son los puntos de interconexión en cada uno de estos procesos.

Dentro de cada una de estas clasificaciones de procesos se puede establecer una subcategorización de diferentes tipos de procesos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que por ejemplo el proceso de venta que normalmente se incluye dentro de la categoría de proceso 'core', puede ser clasificado en una empresa cuya venta esté asegurada por tener el monopolio del mercado, como un proceso de soporte. Al igual ocurre con el proceso de calidad que puede no existir en determinadas empresas, en otras ser calificado como un proceso de valor añadido, y por tanto 'core', y en otra ser un proceso de soporte. la categorización propuesta en el Cuadro 5.5 pretende ser una guía que ayude a las empresas a definir su conocimiento objetivo para este bloque de PROCESO, sin embargo la decisión final de que un proceso esté incluido en una categoría u otra dependerá de los objetivos de cada empresa en particular.

En el Cuadro 5.4, 5.5 y 5.6 se puede observar la lista completa del conocimiento objetivo definido para este bloque, detallando las diferentes categorías y subcategorías ontológicas en las cuales se puede agrupar, y una breve descripción para cada uno de ellos.

Cuadro 5.4: Listado de conocimiento objetivo para el bloque PROCESO (I).

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Aspectos a modelar	AS-IS	PRa1	Inputs	Identificar cuales son los objetos empresariales de entrada necesarios para llevar a cabo el proceso.
		PRa2	Outputs	Determinar cuales son los resultados físicos o no que produce la ejecución del proceso.
		PRa3	Restricciones	Especificar cuales son los controles y limitaciones que se presentan asociadas al proceso.
		PRa4	Mecanismos	Definir cuales son los recursos que se precisan para llevar el proceso.
	TO-BE	PRa5	Diagnóstico	Definir cual es la situación actual de un proceso, con el objetivo de definir cuales son sus puntos fuertes y débiles, intentando realizar un diagnóstico de los problemas que se puedan encontrar.
		PRa6	Propuesta de mejora	Determinar como el diagnóstico de la situación actual puede ser cambiado mediante oportunidades de mejora que permitan encaminar los procesos hacia la situación deseada.
	Documentos	PRa7	Básicos	Conocer cuales son los documentos empresariales que intervienen en los procesos de negocio y que pueden ser considerados básicos por su orientación al cliente.
		PRa8	De soporte	Determinar aquellos documentos que son necesarios en los llamados procesos de soporte.
	Reglas	PRa9	Legales	Conocer cuales son las leyes o normativas legales que son aplicables a un determinado proceso.
		PRa10	Procedimientos internos	Definir cuales son la normativa interna o pasos de validación que es necesario seguir para llevar a cabo un determinado proceso.
	Know-how	PRa11	Capacidad	Identificar las aptitudes y cualidades disponibles en la empresa para la ejecución eficiente de los procesos.
		PRa12	Habilidad	Conocer cuales son las destrezas especiales que la empresa y/o sus empleados tienen para llevar a cabo un determinado proceso.
		PRa13	Saber hacer	Identificar el conjunto de conocimientos y técnicas acumulados por la empresa y/o sus empleados en relación con un determinado proceso.
	Coste	PRa14	Bruto/neto	Conocer cuales son los gastos en los que se inquiere con la ejecución de un determinado proceso.
		PRa15	Rentabilidad financiera (objetiva)	Beneficio en términos económicos del proceso que puede ser obtenido a partir de métodos contables.
		PRa16	Rentabilidad subjetiva	Beneficio que el proceso tiene para la empresa en términos no cuantificables.
		PRa17	Valor añadido para el cliente	Percepción de la utilidad que el proceso tiene para el cliente.

Cuadro 5.5: Listado de conocimiento objetivo para el bloque PROCESO (II).

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Flujos	De materiales	PRb1	Internos	Conocer cuales son los materiales físicos (materia primas, productos semielaborados, etc.) que se intercambian dentro de la empresa en un mismo proceso o entre distintos procesos.
		PRb2	Inter-empresariales	Definición de como esos materiales físicos fluyen a través de los partners que forman la empresa virtual para llevar a cabo los procesos colaborativos.
		PRb3	Externos	Identificar cual es el camino que siguen los productos una vez producidos, así como las materias necesarias para su producción.
	De documentos	PRb4	Internos	Determinar cual es la secuencia lógica que deben seguir los documentos asociados a un determinado proceso en el interior de la empresa.
		PRb5	Inter-empresariales	Identificar como la interoperabilidad con los otros partners se establece a nivel de intercambio de documentos.
		PRb6	Externos	Identificar los documentos que provenientes del exterior que se precisan para llevar a cabo un determinado proceso o que se producen en la empresa para ser entregados en el exterior.
	De datos/ información/ conocimiento	PRb7	Internos	Definir cual es el camino lógico que siguen los datos en el interior de la empresa y que ayudan a interconectar los procesos empresariales.
		PRb8	Inter-empresariales	Detallar la secuencia que siguen los datos, la información y el conocimiento entre los distintos partners que forman la empresa virtual.
		PRb9	Externos	Conocer cual es nivel de detalle que se desea proporcionar al exterior sobre la información de los procesos empresariales.
	De decisión/ control	PRb10	Internos	Conocer cual es la secuencia en la cual las decisiones y las medidas de control son tomadas en el interior de la empresa.
		PRb11	Inter-empresariales	Definir cual es el camino que sigue el proceso de toma de decisiones teniendo en cuenta los diferentes partners de la empresa virtual.
		PRb12	Externos	Identificación de como decisiones externas a la empresa pueden afectar al funcionamiento de la misma.
	De trabajo	PRb13	Internos	Identificación de la secuencia de tareas que hay que llevar a cabo en un determinado proceso interno de la empresa así como de los roles implicados en cada uno de los pasos.
		PRb14	Inter-empresariales	Determinación de los puntos de interconexión entre los partners de la empresa virtual para establecer las colaboraciones de trabajo necesarias.
		PRb15	Externos	Identificación de trabajos provenientes del exterior de la empresa que se puedan necesitar en determinados procesos para llevarlos a cabo.

Cuadro 5.6: Listado de conocimiento objetivo para el bloque PROCESO (III).

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Niveles de proceso	Procesos de negocio	PRc1	De producción	Identificar cual es el proceso que se sigue para la obtención de los productos que la empresa comercializa, así como del de planificación de la producción con las correspondientes programaciones.
		PRc2	De venta	Conocer las actividades relativas a la comercialización del producto, gestión de las relaciones con los clientes, y de los representantes, comisionistas, franquicias, etc. que puedan existir para la venta del producto.
		PRc3	De logística	Identificación de las actividades relacionadas con el almacenaje, preparación, carga y distribución del producto comercializado.
		PRc4	De marketing	Definición de las actividades utilizadas para la promoción de los productos y de la marca de la empresa, así como actividades de publicidad.
	Procesos de soporte	PRc5	De aprovisionamiento	Conocer las actividades destinadas a la compra de materias primas y otros productos que aseguren el proceso de producción y el funcionamiento eficiente de la empresa.
		PRc6	De mantenimiento	Identificar las actividades que es necesario llevar a cabo para un correcto funcionamiento de la maquinaria y de las instalaciones de la empresa.
		PRc7	De administración y contables	Determinar las actividades que se precisan para dar soporte a la la gestión de la empresa desde el punto de vista contable.
		PRc8	Financieros	Identificar cuales son los procesos que es necesario realizar para dotar a la empresa de los fondos necesarios en todo momento para su supervivencia.
		PRc9	Fiscales	Conocer las actividades que legalmente se han de llevar a cabo en la empresa para cumplir con las normativas referentes a impuestos, empleados, etc.
		PRc10	De recursos humanos	Identificar las actividades relacionadas con la gestión de los RRHH, su reclutamiento, formación, etc.
		PRc11	De auditoría	Conocer los procesos que desde el punto de vista legal deben pasar el proceso de auditoría.
		PRc12	De calidad	Identificar las normas de calidad que se desean alcanzar en la empresa y los mecanismos para conseguirlas.
		PRc13	De estandarización	Determinar que normas de estandarización internacional están relacionadas con el negocio y tiene interés para la empresa adoptarlas, así como los mecanismos para conseguirlo.
	Procesos colaborativos	PRc14	Procesos 'key'	Identificar los procesos claves, es decir, fundamentales para lograr una completa interoperabilidad entre los socios de la empresa virtual.
		PRc15	Puntos de interoperabilidad	Determinación de los puntos de interconexión entre los procesos 'key' que permitan un intercambio de datos, información y conocimiento completo entre los partners de la empresa virtual.

En la Figura 5.8, aparece el cuadro completo de la clasificación ontológica realizada para el bloque conceptual de conocimiento, PROCESO.

Bloque: PROCESO		
Aspectos a modelar	**Flujos**	**Niveles de proceso**
AS-IS	De materiales	Procesos de negocio
Inputs	Internos	De producción
Outputs	Inter-empresariales	De venta
Restricciones	Externos	De logística
Mecanismos	De documentos	De marketing
TO-BE	Internos	Procesos de soporte
Diagnóstico	Inter-empresariales	De aprovisionamiento
Propuesta de mejora	Externos	De mantenimiento
Documentos	De datos/información/conocimiento	De administración y contables
Básicos	Internos	Financieros
De soporte	Inter-empresariales	Fiscales
Reglas	Externos	De recursos humanos
Legales	De decisión/control	De auditoría
Procedimientos internos	Internos	De calidad
Know-how	Inter-empresariales	*De producto*
Capacidad	Externos	*De servicio*
Habilidad	De trabajo (workflow)	*De proceso*
Saber hacer	Internos	*Medioambientales*
Coste	Inter-empresariales	De estandarización
Bruto/neto	Externos	*De producto*
Rentabilidad financiera		*De servicio*
Rentabilidad subjetiva		*De proceso*
Valor añadido para el cliente		Procesos colaborativos
		Procesos 'key'
		Puntos de interoperabilidad

Figura 5.8: Clasificación ontológica para el bloque PROCESO.

5.2.2.3. Bloque conceptual de conocimiento: PRODUCTO

Los requisitos de conocimiento que se pueden establecer a nivel del bloque conceptual de conocimiento PRODUCTO, son similares tanto si la empresa se dedica a la fabricación y/o comercialización de productos como si tiene por objetivo comercial el proporcionar exclusivamente diferentes tipos de servicios a sus clientes. Es por esta razón por la cual se ha definido un solo bloque conceptual de conocimiento que se ha denominado PRODUCTO, pero el cual tiene dos vertientes, una para las empresas orientadas a la venta de productos y otra para las que se dedican a la prestación de servicios de distinto tipo. De esta manera las empresas pueden seleccionar aquella vertiente que sea más próxima a su negocio, o ambas si es que su negocio está orientado a las dos vertientes. En el caso de empresas cuyo objetivo empresarial es la venta de un producto es interesante conocer además los servicios complementarios que se ofrecen junto al mismo, por lo que en ocasiones aunque no se trate de una empresa de

prestación de servicios puede ser interesante definir el conocimiento objetivo también para la vertiente de servicios siempre asociados a los correspondientes productos.

En lo referente a la vertiente **PRODUCTO**, el primer conocimiento objetivo necesario está relacionado con los **aspectos funcionales** del mismo. Dentro de esta categoría ontológica es interesante conocer cual es la planificación de la producción, el proceso de producción centrándose en el producto y el proceso de marketing que se sigue para promocionar el mismo.

El proceso de planificación de la producción, permite conocer como se prevé la obtención del producto, la cual básicamente puede ser contra stock o bajo pedido. Luego, una vez definido como se realiza la previsión de la producción, es interesante conocer cual es el proceso que se sigue para la obtención del producto. Por lo tanto, el conocimiento objetivo en este sentido consistirá en identificar cuál es el modo de obtención del producto en la empresa y conocer las principales características del correspondiente proceso para generar el producto. Los tipos de fabricación que se pueden encontrar son generalmente una variación o combinación de los siguientes: manufactura, ensamblaje, o por proyecto.

El marketing es otro conocimiento objetivo sobre el producto que cada día adquiere mayor importancia, puesto que actualmente no es suficiente con fabricar productos de alta calidad o bajo coste, sino que además es necesario venderlos, y por lo tanto los conocimientos sobre el marketing del producto son de capital importancia para la empresa. Más aun considerando que en muchas ocasiones el producto es fabricado en cooperación por los diferentes partners que forman la empresa virtual y por lo tanto el proporcionar hacia el exterior, es decir, hacia el cliente una imagen de producto y marca común es esencial. En concreto, es necesario conocer si de los distintos productos comercializados se pueden suministrar muestras al cliente o representantes de la empresa, que tipos de catálogos existen y si están disponibles gratuitamente para los clientes, cual es el tipo de publicidad que se hace del producto, cual es la imagen de marca que se tiene del producto y/o de la empresa, y cual es el etiquetaje que se utiliza en relación con esta marca. Así, en lo referente al marketing se puede definir el siguiente conocimiento objetivo:

- **Muestras:** conocer cuáles son las posibilidades de ofrecer muestras de producto a los clientes, identificando cuáles son las más útiles, rentables, por qué, etc.
- **Catálogos:** identificar cuál es la lista de productos disponibles en la empresa con sus referencias, precios, condiciones especiales, etc.
- **Publicidad:** comprender cuál es la filosofía de la empresa en el proceso de publicidad y cuáles son los principales mecanismos que utiliza con la finalidad de alcanzar los objetivos planificados.

- **Marca:** identificar cuál es la filosofía de la marca y cuáles son los principales símbolos que la identifican.
- **Etiquetaje:** conocer diversas posibilidades de etiquetar el producto con la finalidad de customizarlo teniendo en cuenta los deseos de los clientes.

Por otra parte, además de los aspectos funcionales del producto es interesante poseer conocimiento sobre sus **propiedades**, es decir, sobre sus características intrínsecas. En esta categoría se incluiría el conocimiento sobre la composición del producto, sobre su calidad y el coste asociado al mismo.

En lo relativo a la composición del producto, es necesario definir en primer lugar cual es la estructura del producto, conociendo los diferentes niveles de composición y detallando la lista de materiales asociada, identificando así las diferentes fórmulas, componentes y materiales necesarios para generar el producto. Finalmente, la opcionalidad es otra característica referente a la composición del producto que interesa sistematizar como conocimiento objetivo. Así, se deben detallar las posibilidades de customización por parte del cliente del producto, las distintas posibilidades de etiquetaje del producto que existen, es decir, identificar las posibilidades de configuración del producto con la finalidad de proporcionar a los clientes diferentes versiones del mismo producto, o el mismo producto con distinta parametrización, ensamblaje o etiquetaje.

En lo referente a la calidad, es necesario conocer cuales son los estándares de calidad que se han definido o conseguido para el producto desarrollado en la empresa; así como la documentación sobre calidad del producto que se maneja en la empresa y los principales enlaces con otros documentos generados en la misma; además de las reclamaciones efectuadas a causa del producto y la solución que se le ha dado, junto con el control de las reclamaciones sobre la calidad de los productos vendidos y sus repercusiones posteriores.

Por último, en lo relativo al coste es necesario analizar cuál es el coste bruto y neto de los productos; clasificar los productos desarrollados y comercializados por la empresa según el rendimiento económico y subjetivo que tienen; y clasificarlos teniendo en cuenta también el valor añadido que proporcionan a los clientes.

El Cuadro 5.7 muestra la lista completa del conocimiento objetivo definido para este bloque, en la vertiente PRODUCTO, detallando las categorías y subcategorías ontológicas que lo agrupan junto con su descripción.

Cuadro 5.7: Listado de conocimiento objetivo para el bloque PRODUCTO.

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Aspectos funcionales	Planificación de la producción	POa1	Contra stock	Identificar si la previsión para la producción del producto es contra stock, es decir, se realiza la planificación de la producción independientemente de la demanda.
		POa2	Bajo pedido	Identificar como la previsión de la producción se realiza en función de la demanda y como la empresa puede anticiparse de forma eficiente a la misma.
	Proceso de producción	POa3	Manufactura	Conocer cuales son las características del proceso de fabricación del producto.
		POa4	Ensamblaje	Determinar los diferentes elementos y requisitos que son necesarios para lleva a cabo el ensamblaje final del producto, así como las características técnicas del proceso.
		POa5	Por proyecto	Definir cuales son los parámetros a tener en cuenta para el desarrollo de proyectos que lleven a la consecución de un determinado tipo de producto.
	Marketing	POa6	Muestras	Definir las condiciones en las cuales se pueden proporcionar muestras de productos gratuitas a los clientes o representantes de la empresa.
		POa7	Catálogos	Detallar cuales son los productos existentes en la empresa junto con sus características técnicas, calidades, especiales condiciones de venta, etc. y en que formatos puede obtenerse esta información.
		POa8	Publicidad	Definir cuales son los mecanismos que se van a utilizar para promocionar el producto y la difusión del mismo que se desea realizar.
		POa9	Marca	Conocer cual es la imagen de marca que identifica al producto, así como los símbolos, eslóganes o logotipos asociados.
		POa10	Etiquetaje	Determinar cual es el etiquetaje del producto y si sigue alguna norma de etiquetaje internacional.
Propiedades	Composición	POb1	Niveles de composición	Definir los subniveles de elementos que forman la estructura del producto en cuanto a materias primas, productos semielaborados, etc.
		POb2	Opcionalidad	Definir las diferentes posibilidades de composición, customización, embalaje y etiquetaje que existen para el producto.
	Calidad	POb3	Estándares	Identificar cuales son los estándares que debe seguir el producto y los principales mecanismos implementados para conseguirlos.
		POb4	Documentación	Describir cual es la documentación de calidad que debe acompañar el producto.
		POb5	Reclamaciones	Conocer cuales son las reclamaciones más frecuentes que se producen en relación con la calidad del producto y el conjunto posible de soluciones.
	Coste	POb6	Bruto/neto	Determinar cual es el gasto específico que se puede asociar al producto.
		POb7	Rentabilidad financiera	Identificar el beneficio económico directo que supone la comercialización del producto.
		POb8	Rentabilidad subjetiva	Determinar cual es el beneficio subjetivo que el producto tiene para la empresa y de cara a los clientes.
		POb9	Valor añadido para el cliente	Clasificar los productos en función del valor añadido que aportan al cliente.

En la Figura 5.9 se presenta el cuadro completo de la clasificación ontológica definida para el bloque conceptual de conocimiento, PRODUCTO.

Bloque: PRODUCTO	
Aspectos funcionales	**Propiedades**
Planificación de la producción	Composición
Contra stock	Niveles de composición
Bajo pedido	*Materias primas*
Proceso de producción	*Productos semielaborados*
Manufactura	*Productos terminados*
Ensamblaje	*Servicios*
Por proyecto	Opcionalidad
Marketing	*Posibilidades de composición*
Muestras	*Posibilidades de customización*
Catálogos	*Posibilidades de embalaje*
Publicidad	*Posibilidades de etiquetaje*
Marca	Calidad
Etiquetaje	Estándares
	Documentación
	Reclamaciones
	Coste
	Bruto/neto
	Rentabilidad financiera
	Rentabilidad subjetiva
	Valor añadido para el cliente

Figura 5.9: Clasificación ontológica para el bloque PRODUCTO.

En lo referente a la vertiente de **SERVICIO**, el conocimiento objetivo que se puede identificar es muy similar al descrito para la anterior vertiente de PRODUCTO. Se distinguen dos categorías ontológicas principales de igual forma al caso del producto, una destinada a conocer los **aspectos funcionales** de los servicios y la otra encaminada a identificar el conocimiento objetivo relacionado con las **propiedades** intrínsecas de los servicios.

La diferencia más notable con el caso del producto se halla en la categoría de los aspectos funcionales en la cual no aparecen ni la planificación de la producción ni el proceso de producción, puesto que se trata de servicios. En este caso la categoría ontológica definida para los servicios se denomina tipificación. Otras pequeñas diferencias con respecto el caso del producto es que no existe el etiquetaje o embalaje de servicios, por lo tanto en este caso no se define este tipo de conocimiento objetivo.

La tipificación hace referencia a la forma en que la empresa opta por ofrecer sus servicios. Fundamentalmente, existen dos formas de ofrecer servicios: de forma estándar, siendo la propia empresa la que ofrece diferentes tipos de servicios que tiene estandarizados; o bajo pedido, en cuyo caso los servicios que oferta la empresa se adecuan a la demanda del cliente en cada caso.

La Figura 5.10 muestra el cuadro completo de la clasificación ontológica definida para el bloque conceptual de conocimiento, SERVICIO.

Bloque: SERVICIO	
Aspectos funcionales	**Propiedades**
Tipificación	Composición
Estándar	Estructura del servicio
Bajo pedido	Niveles de composición
Marketing	Opcionalidad
Muestras	*Posibilidades de composición*
Catálogos	*Posibilidades de customización*
Publicidad	Calidad
Marca	Estándares
	Documentación
	Reclamaciones
	Coste
	Bruto/neto
	Rentabilidad financiera
	Rentabilidad subjetiva
	Valor añadido para el cliente

Figura 5.10: Clasificación ontológica para el bloque SERVICIO.

En el Cuadro 5.8 se detalla la lista completa del conocimiento objetivo definido para este bloque, en la vertiente SERVICIO, se pueden observar en él las distintas categorías y subcategorías ontológicas en las cuales se ha agrupado el conocimiento objetivo, así como su descripción.

Cuadro 5.8: Listado de conocimiento objetivo para el bloque SERVICIO.

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Aspectos funcionales	Tipificación	POa1	Estándar	Identificar cuales son los servicios estándar que la empresa es capaz de suministrar.
		POa2	Bajo pedido	Conocer el conjunto de servicios que la empresa puede ofertar en función de la demanda de los clientes, así como las condiciones y características bajo las cuales se puede ofertar.
	Marketing	POa3	Muestras	Conocer cuáles son las posibilidades de ofrecer servicios a modo de muestra a los clientes.
		POa4	Catálogos	Identificar cuál es la lista de servicios disponibles en la empresa con sus referencias, precios, condiciones especiales, etc.
		POa5	Publicidad	Comprender cuál es la filosofía de la empresa en el proceso de publicidad de los servicios y cuáles son los principales mecanismos que utiliza con la finalidad de alcanzar los objetivos planificados.
		POa6	Marca	Identificar cuál es la filosofía de la marca y cuáles son los principales símbolos que la identifican en relación con los servicios.
Propiedades	Composición	POb1	Estructura del servicio	Definir cual es la composición y características del servicio total ofertado al cliente.
		POb2	Niveles de composición	Conocer los distintos subniveles de composición que se proporciona en los servicios ofertados por la empresa.
		POb3	Opcionalidad	Identificar las posibilidades de configuración de los servicios identificando variaciones en cuanto a la obligatoriedad y opcionalidad que se le puede ofrecer al cliente en los mismos.
	Calidad	POb4	Estándares	Conocer los estándares que están relacionados con los servicios ofertados en la empresa.
		POb5	Documentación	Identificar la documentación realizada sobre calidad de los servicios ofertados.
		POb6	Reclamaciones	Controlar las reclamaciones que se produzcan por parte de los clientes relacionadas con la calidad de los servicios prestados por la empresa.
	Coste	POb7	Bruto/neto	Analizar cuál es el coste bruto y neto de los servicios.
		POb8	Rentabilidad financiera	Clasificar los servicios ofertados por la empresa según el rendimiento económico que tienen.
		POb9	Rentabilidad subjetiva	Determinar cual es el beneficio subjetivo que los servicios que la empresa proporcionan tienen tanto para los clientes como para la propia empresa.
		POb10	Valor añadido para el cliente	Clasificar los servicios teniendo en cuenta el valor añadido que proporcionan a los clientes.

5.2.2.4. Bloque conceptual de conocimiento: RECURSO

Los recursos de una empresa, sobre todo los **humanos**, son uno de los activos fundamentales en el éxito de las empresas virtuales donde la comunicación entre los diferentes partners se tiene que generar a todos los niveles. Siendo el aspecto humano uno de los más difíciles de coordinar, puesto que en ocasiones diferentes culturas y formas de trabajar de cada uno de los partners participantes hacen difícil una completa interoperabilidad, el establecer las necesidades de conocimiento en este ámbito es fundamental para el éxito del proyecto. Sin embargo, tampoco hay que descuidar el conocimiento en cuanto a los recursos **materiales**, puesto que en muchas ocasiones será necesario compartirlos y un mejor conocimiento sobre ellos puede ayudar a conseguir una mayor eficiencia en determinados procesos.

El primer conocimiento objetivo a definir sobre los **recursos humanos** es identificar la situación contractual de los mismos con relación a la empresa virtual. La relación contractual que los empleados mantienen con la empresa hace que estos se puedan clasificar en fijos, es el caso de empleados que tienen un contrato de duración indefinida; eventuales, es el caso de los que tienen un contrato por obra o servicio; esporádicos, se incluyen en esta categoría el personal que colabora en algunas ocasiones con la empresa para realizar determinados trabajos; y candidatos, se trata de personal que no trabaja en la empresa que pero por sus especiales características puede llegar a hacerlo en un futuro. Además, dentro de esta categorización de empleados según su relación contractual con la empresa se pueden clasificar en las siguientes subcategorías en función de su pertenencia o no a la empresa virtual:

- **Internos:** recursos humanos que pertenecen a la misma empresa y son contratados con la finalidad de llevar a cabo las tareas de un determinado puesto de trabajo.
- **Inter-empresariales:** recursos humanos que pertenecen a otros partners que forman la empresa virtual, y que pueden ser útiles para colaborar en las tareas de la propia empresa.
- **Externos:** recursos humanos disponibles que no pertenecen a la empresa virtual y que pueden ser utilizados en el futuro para alcanzar los objetivos propuestos.

En segundo lugar, un conocimiento deseable sobre los recursos humanos, debido a la flexibilidad que el actual entrono económico demanda así como la estructura de la propia empresa virtual, sería el determinar cuales son las características de los recursos humanos de que dispone la empresa. Esto supone identificar las posibilidades que diferentes personas, con diferentes habilidades y disponibilidades tienen de cara a

nuestro negocio, para reaccionar lo más rápidamente ante una necesidad de personal en un área determinada. Por lo tanto, en esta categoría ontológica es interesante conocer cual es la disponibilidad de los recursos humanos que se posee, cual es su curriculum, sus principales conocimientos en relación con el puesto de trabajo que pueden desempeñar en la empresa, cual es su capacidad prevista de trabajo, cuales serían sus principales habilidades y la experiencia que poseen, etc. Por lo tanto, en este sentido el conocimiento objetivo a identificar es:

- **Disponibilidad:** conocer cuál es la disponibilidad de los recursos humanos que se tiene cubriendo los diferentes puestos de trabajo definidos en la empresa, así como las de los posibles empleados esporádicos o candidatos.
- **Curriculum:** conocer cuál es el curriculum de los empleados implicados en la empresa individual y virtual, así como el curriculum de otros recursos humanos externos que pueden ser candidatos a convertirse en empleados de la empresa.
- **Conocimientos:** analizar cuáles son los principales conocimientos que los empleados de la empresa poseen.
- **Capacidad:** conocer cuál es el volumen de trabajo con el cual los empleados pueden contribuir a realizar los diferentes procesos de la empresa.
- **Habilidad:** analizar cuál es el principal know-how sobre los productos, procesos, etc. que las personas implicadas en la empresa poseen.
- **Experiencia:** clasificar los recursos humanos según su experiencia en diferentes categorías de conocimiento, así como en resolver distintas clases de problemas.

Finalmente, puede resultar interesante tener un conocimiento objetivo sobre el coste que suponen los recursos humanos tanto desde un punto de vista neto y bruto, como de rentabilidad económica u objetiva que se pueda obtener, y también la rentabilidad subjetiva y el valor añadido que un determinado recurso humano tiene para los clientes.

En lo referente a los **recursos materiales,** el primer conocimiento objetivo a definir está relacionado con la tipificación de los mismos, la cual permitirá establecer una clasificación de los activos con los que cuenta la empresa para llevar a cabo su actividad empresarial. Desde este punto de vista se puede establecer la siguiente clasificación sobre los recursos materiales de una empresa tipo:

- **Productos:** conjunto de productos que la empresa utiliza para elaborar, ensamblar o empaquetar el producto final que comercializa o los servicios

que ofrece. Se incluyen en esta categoría las materias primas, los productos semielaborados, componentes de distinto tipo, productos de embalaje, etc.

- **Infraestructura:** son todos los edificios, instalaciones y espacios de que la empresa dispone para llevar a cabo su actividad empresarial.
- **Maquinaria:** instrumentos y máquinas que se utilizan en los procesos productivos de la empresa.
- **Sistema informático:** conjunto de hardware y software que la empresa utiliza para dar soporte a su sistema de información. Dentro de la parte del software se puede distinguir entre el software de sistema y las aplicaciones destinadas a la gestión de la empresa (ERP, CRMs, DSS, EIS, etc.).
- **Sistema de comunicaciones:** incluye la red de comunicaciones a través de los cuales se comunican los ordenadores de la empresa entre ellos y con el exterior; y la red de telefonía de la empresa.
- **Financieros:** conjunto de inversiones que se realizan en la empresa para proveerla de los fondos adecuados que permitan su subsistencia.

En segundo lugar, y aun teniendo en cuenta la heterogeneidad que presentan los recursos materiales de la empresa, el conocimiento objetivo que se puede definir fijándose en sus propiedades estaría relacionado en conocer cual es la disponibilidad y capacidad que de los mismos se tiene. Por último, al igual que en los bloques anteriores es interesante determinar cual es el coste bruto y neto asociado a cada recurso material, el beneficio objetivo y subjetivo que de él se obtiene, y si éste representa algún tipo de valor añadido para los clientes.

En el Cuadro 5.9 y 5.10 se presentan las principales categorías y subcategorías analizadas en este bloque, RECURSO, junto con la lista completa del conocimiento objetivo definido para cada una de ellas y una breve descripción del mismo.

Cuadro 5.9: Listado de conocimiento objetivo para el bloque RECURSO (I).

Categoría ontológica	**Subcategoría ontológica**	**Código**	**Conocimiento objetivo**	**Descripción**
Humanos	Relación contractual	REa1	Fijo	Conocer cuales son los recursos humanos cuya contratación es a tiempo indefinido en la empresa.
		REa2	Eventual	Conocer cuales son los empleados que tienen una relación contractual con la empresa de tipo temporal.
		REa3	Esporádico	Determinar cuales son los recursos humanos que colaboran de forma esporádica con la empresa y en que tipo de tareas y condiciones lo suelen hacer.

Cuadro 5.10: Listado de conocimiento objetivo para el bloque RECURSO (II).

Categoría ontológica	Subcategoría ontológica	Código	Conocimiento objetivo	Descripción
Humanos	Relación contractual	REa4	Candidato	Identificar los posibles recursos humanos que sin trabajar para la empresa pueden resultar útiles para la misma en un futuro próximo por sus especiales características.
	Propiedades	REa5	Disponibilidad	Conocer la cantidad de recursos humanos que se tienen disponibles en la empresa para cada una de las categorías anteriores.
		REa6	Curriculum	Clasificar tanto el personal disponible como el candidato en función de su curriculum para ser capaz de responder rápidamente a necesidades puntuales en diferentes puestos de trabajo.
		REa7	Conocimientos	Identificar cuales son los conocimientos que poseen los empleados de la empresa.
		REa8	Capacidad	Detalla cual es el volumen de trabajo que se puede esperar de cada empleado de la empresa.
		REa9	Habilidad	Analizar cuales son las destrezas que los empleados poseen en relación con el negocio de la empresa.
		REa10	Experiencia	Determinar cual es el nivel de experiencia de los empleados en relación con las distintas actividades que se llevan a cabo en la empresa.
	Coste	REa11	Bruto/neto	Analizar cuál es el coste bruto y neto de los recursos humanos para la empresa.
		REa12	Rentabilidad financiera	Determinar el rendimiento económico que tienen para la empresa sus recursos humanos.
		REa13	Rentabilidad subjetiva	Identificar el beneficio subjetivo de los empleados para la empresa.
		REa14	Valor añadido para el cliente	Valorar los recursos humanos en función del valor añadido que suponen para los clientes.
Materiales	Tipificación	REb1	Productos	Conocer el conjunto de elementos que la empresa utiliza para la fabricación de su producto o servicio final.
		REb2	Infraestructura	Catalogar las instalaciones, edificios y espacios utilizados para la actividad empresarial.
		REb3	Maquinaria	Catalogar los instrumentos y máquinas que se utilizan en el proceso productivo.
		REb4	Sistema informático	Identificar el conjunto de hardware y software que dan soporte al sistema de información de la empresa.
		REb5	Sistema de comunicaciones	Catalogar el conjunto de dispositivos que configurar su red de comunicaciones entre ordenadores y sus sistema de telefonía.
		REb6	Financieros	Detallar cuales son las inversiones financieras que tiene la empresa.
	Propiedades	REb7	Disponibilidad	Identificar la cantidad de recursos de un determinado tipo que posee la empresa.
		REb8	Capacidad	Determinar el volumen de trabajo que puede soportar un determinado recurso material y en que condiciones.
	Coste	REb9	Bruto/neto	Identificar cuál es el coste bruto y neto que suponen los recursos materiales para la empresa.
		REb10	Rentabilidad financiera	Clasificar los recursos materiales en función de su rendimiento económico.
		REb11	Rentabilidad subjetiva	Definir cual es el beneficio subjetivo que aporta cada recurso material a la empresa.
		REb12	Valor añadido para el cliente	Obtener el valor añadido que puedan proporcionar los recursos materiales a los clientes.

En la Figura 5.11, se detalla el cuadro completo de la clasificación ontológica realizada para el bloque conceptual de conocimiento, RECURSO.

Bloque: RECURSO	
Humanos	**Materiales**
Relación contractual	Tipificación
Fijo	Productos
Internos	*Materias primas*
Inter-empresariales	*Productos semielaborados*
Externos	*Componentes*
Eventual	*Productos terminados*
Internos	*Productos de embalaje*
Inter-empresariales	*Productos complementarios*
Externos	Infraestructura
Esporádico	Maquinaria
Internos	Sistema informático
Inter-empresariales	*Hardware*
Externos	*Software*
Candidato	Sistema de comunicaciones
Internos	*Sistema de red*
Inter-empresariales	*Sistema de telefonía*
Externos	Financieros
Propiedades	Propiedades
Disponibilidad	Disponibilidad
Curriculum	Capacidad
Conocimientos	Coste
Capacidad	Bruto/neto
Habilidad	Rentabilidad financiera
Experiencia	Rentabilidad subjetiva
Coste	Valor añadido para el cliente
Bruto/neto	
Rentabilidad financiera	
Rentabilidad subjetiva	
Valor añadido para el cliente	

Figura 5.11: Clasificación ontológica para el bloque RECURSO.

5.2.3. Análisis y categorización del conocimiento objetivo identificado

El conocimiento objetivo definido en esta sección constituye la base sobre la cual se ha elaborado la propuesta de modelado para la representación del conocimiento empresarial presentada en la Sección 5.4.

A continuación, se realiza un análisis del conocimiento objetivo identificado a través de las categorías y subcategorías ontológicas que se han utilizado para clasificarlo, con la finalidad de proporcionar un marco conceptual que sirva para definir la propuesta de modelado. En el Cuadro 5.11 se presenta este análisis, mostrando las

diferentes categorías y subcategorías ontológicas utilizadas en su definición organizadas en función de los dos puntos de vista siguientes:

1. Primero, el contexto del **modelado empresarial**, en el cual el objetivo es analizar la empresa desde un punto de vista holístico y por lo tanto se definen varias dimensiones empresariales, tales como organización, proceso, producto y recurso; los cuales a su vez coinciden con los bloques conceptuales de conocimiento orientados a la empresa que han sido propuestos en este trabajo.

2. Segundo, la **teoría del aprendizaje**, en la cual la base del aprendizaje, es decir se adquiere nuevo conocimiento está basada en tres ítemes: conceptos, procedimientos y actitudes.

Cuadro 5.11: Análisis del conocimiento objetivo identificado en los bloques orientados a la empresa.

Bloque Conocimiento	Categoría	Subcategoría	Concepto	Procedimiento	Actitud
ORGANIZACIÓN	Metas	Nivel estratégico	√	√	√
		Nivel táctico	√	√	√
		Nivel operativo	√	√	√
	Estructura organizativa	Visión directiva y administrativa	√		
		Visión de recursos humanos	√		
	Análisis	Sistemas empresariales	√	√	
		Sistema decisional	√	√	
		Sistema de medición del rendimiento	√	√	
	Reglas de negocio	Implícitas	√	√	√
		De derivación	√	√	√
		De restricción	√	√	√
		De existencia	√	√	√
		Difusas	√	√	√
PROCESO	Aspectos a modelar	AS-IS		√	
		TO-BE		√	√
		Documentos	√		
		Reglas	√	√	√
		Know-how	√	√	√
		Coste	√	√	
	Flujos	De materiales		√	
		De documentos		√	
		De datos/información/conocimiento		√	
		De decisiones/control		√	
		De trabajo		√	
	Niveles de proceso	De negocio	√		
		De soporte	√		
		Colaborativos	√		
PRODUCTO	Aspectos funcionales	Planificación de la producción		√	√
		Proceso de producción	√	√	√
		Marketing	√	√	√
	Propiedades	Composición	√		
		Calidad	√	√	√
		Coste	√	√	
SERVICIO	Aspectos funcionales	Tipificación	√	√	√
		Marketing	√	√	√
	Propiedades	Composición	√		
		Calidad	√	√	√
		Coste	√	√	
RECURSO	Humanos	Relación contractual	√		√
		Propiedades	√		√
		Coste	√	√	
	Materiales	Tipificación	√		
		Propiedades	√		√
		Coste	√	√	√

5.3. Extracción del conocimiento empresarial

En la Sección 5.2 se ha identificado el conocimiento objetivo para determinados bloques conceptuales de conocimiento predefinidos en la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa, y en esta tesis adaptados a la empresa virtual. Éste es un primer paso para identificar los requisitos sobre los que se basará la propuesta que permitirá obtener el mapa de conocimiento de la empresa virtual. Sin embargo, siguiendo con las diferentes fases de la citada metodología y antes de presentar la propuesta para el modelado del conocimiento empresarial, es necesario llevar a cabo la fase II de extracción del conocimiento (ver Figura 5.12).

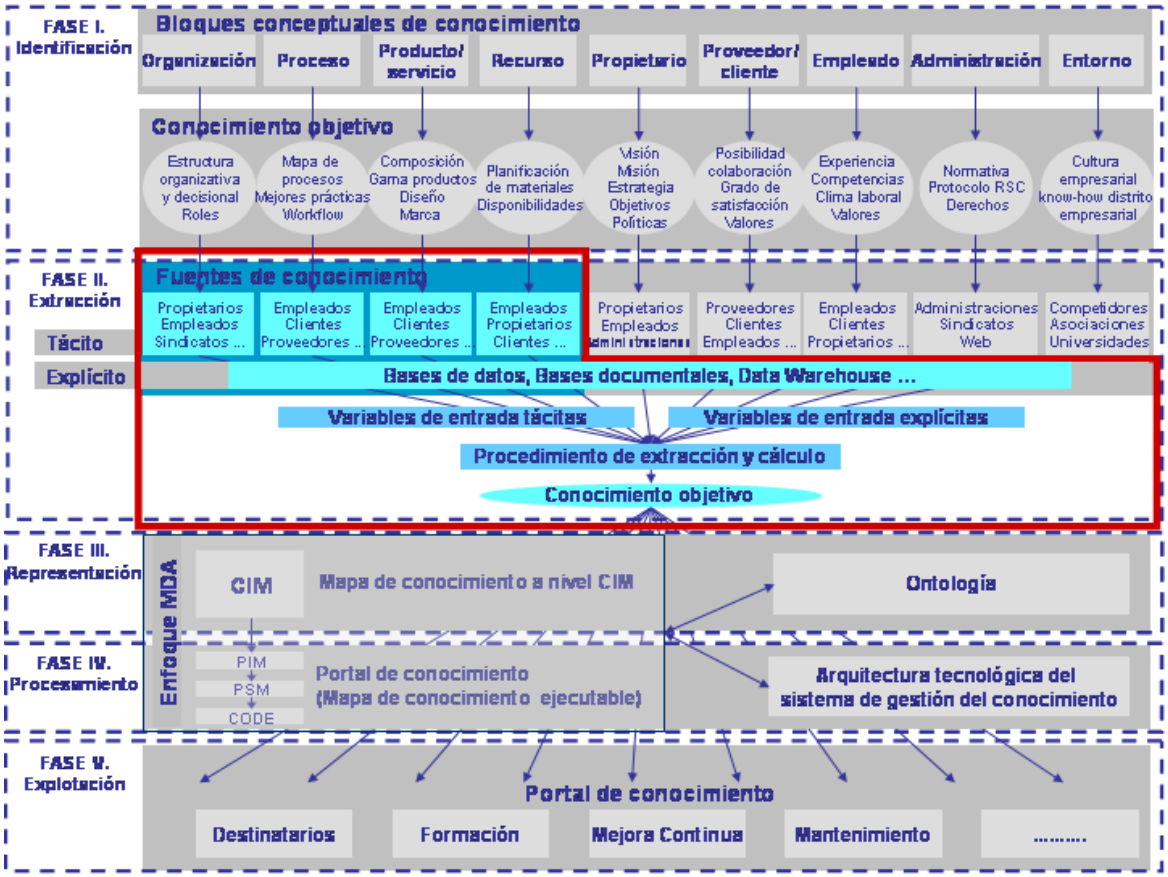

Figura 5.12: Fase II: Extracción del conocimiento empresarial.

Para ello primero se han de definir las variables que servirán para extraer o calcular el conocimiento objetivo definido en la anterior fase, así como las fuentes de conocimiento a partir de las cuales se pueden obtener dichas variables. Finalmente, se han de definir los procedimientos necesarios para extraer y calcular el conocimiento

utilizando las variables definidas y las fuentes de conocimiento necesarias para su obtención.

En esta sección se presentan en primer lugar las variables de entrada y fuentes de conocimiento para cada uno de los conocimientos objetivos identificados en la Sección 5.2. Y en segundo lugar, se muestra una descripción general de los procedimientos de extracción y cálculo que sería necesario aplicar en cada caso. Ambos resultados serán utilizados en la siguiente sección como requisitos para elaborar la Propuesta MDK de modelado del conocimiento empresarial.

5.3.1. Identificación de variables de entrada y fuentes de conocimiento

El objetivo de esta actividad de la metodología es definir los inputs, aquí denominados variables de entrada, que servirán para obtener el conocimiento objetivo definido en la Sección 5.2, e identificar cuales son las fuentes de conocimiento a partir de las cuales se pueden extraer estas variables o directamente el conocimiento objetivo. Ambas, tanto las variables de entrada como las fuentes de conocimiento son requisitos previos a la representación del modelo del mapa de conocimiento, puesto que el mapa de conocimiento debe mostrar las interrelaciones entre el conocimiento objetivo a través de sus variables de entrada, y cómo acceder al mismo a partir de sus fuentes de conocimiento.

Las fuentes de conocimiento existentes en la empresa pueden ser divididas en dos grandes grupos en función de que el conocimiento que generan haya sido explicitado y guardado en forma de información, es decir, fuentes de conocimiento explícitas; o de que el conocimiento que generan no ha sido explicitado y reside en ellas de forma tácita, es decir, fuentes de conocimiento tácito.

Las **fuentes de conocimiento explícitas** son aquellas que recogen de manera sistematizada datos e información relativos a la empresa o su entorno. A continuación, se expone la lista de las fuentes que con mayor frecuencia son utilizadas por las empresas clasificadas según su tipología:

1. **Bases de datos:** bases de datos corporativas, bases de datos externas, bases documentales, Data Warehouse.
2. **Modelos:** mapas de procesos, modelos informáticos, modelos empresariales, planos.
3. **Manuales:** manuales de puestos de trabajo.

4. **Documentación:** documentación legal y contable, documentación técnica, documentación para certificaciones y estandarización.
5. **Bibliografía:** bases de datos bibliográficas, revistas, libros.
6. **Internet**.
7. **Sistema de Gestión del Conocimiento (SGC)**.

En lo referente a las **fuentes de conocimiento tácito**, están formadas por todas aquellas personas o entidades que mantienen algún tipo de vínculo o relación con la empresa virtual y que pueden ser el origen de una determinada variable de entrada que sirva para obtener un determinado conocimiento o del propio conocimiento que posean de forma tácita. De esta forma las principales fuentes de conocimiento tácitas que se pueden encontrar en relación con la empresa virtual se pueden clasificar en los siguientes grupos:

1. **Fuentes internas a la empresa:** propietarios, empleados, representante.
2. **Fuentes internas a la empresa virtual:** proveedor, cliente, transportista.
3. **Fuentes externas a la empresa virtual:** administración, sindicatos, competidor, consumidor final.

Las variables de entrada que se definen a continuación pueden clasificarse según la fuente de conocimiento a partir de la cual se obtengan, también en explícitas o tácitas. A continuación, se presentan en cuatro subsecciones una para cada uno de los bloques conceptuales de conocimiento definidos en la Sección 5.2, diferentes cuadros en las cuales se muestra para cada uno de los conocimientos objetivos identificado en cada bloque, las principales variables de entrada y su fuente de conocimiento asociada. El conocimiento objetivo se presenta agrupado en primer lugar según el bloque al cual pertenece, y en segundo lugar según su categoría ontológica principal. Además, en los cuadros se ha utilizado la letra 'E' para indicar que se trata de una variable o fuente explícita, y la 'T' para indicar que se trata de una tácita.

En este punto, es necesario remarcar al igual que se ha hecho en otras ocasiones que tanto las variables de entrada como las fuentes de conocimiento aquí presentadas son clasificadas en explícitas o tácitas atendiendo al criterio de que es lo que sucede con mayor frecuencia en las empresas virtuales en la actualidad. Puesto que es posible que una determinada variable de entrada que aquí se ha clasificado como tácita en otro tipo de empresa se encuentre sistematizada y pueda ser considerada explícita, por lo tanto dicha clasificación se ofrece tan solo a nivel orientativo y como una guía que

pueda servir a las empresas para identificar sus propias variables de entrada y fuentes de conocimiento.

Los cuatro bloques conceptuales mostrados en las siguientes subsecciones están directamente relacionados con las dimensiones tradicionales de modelado empresarial. Además, estos bloques se encuentran más relacionados con la dimensión explícita del conocimiento, sin embargo como puede observarse en los siguientes cuadros para su obtención se utilizan tanto variables de entrada y fuentes de conocimiento explícitas como tácitas.

5.3.1.1. Bloque conceptual de conocimiento: ORGANIZACIÓN.

Para este bloque de conocimiento en la Sección 5.2 se han propuesto cuatro categorías ontológicas principales:

1. **Metas:** en la cual se incluyen tres subcategorías ontológicas para agrupar el conocimiento objetivo a nivel estratégico, táctico y operativo.
2. **Estructura organizativa:** la cual proporciona una visión de la organización de la empresa desde dos puntos de vista: directivo y de recursos humanos.
3. **Análisis:** recoge el conocimiento objetivo relacionado con los sistemas empresariales existentes en la empresa: estratégico, de planificación de la producción, financiero, etc., y en particular del sistema decisional y de medición del rendimiento.
4. **Reglas de negocio:** incluye todo el conocimiento relacionado con las reglas que rigen el negocio de la empresa clasificado en implícitas, de derivación, de restricción, de existencia y difusas.

A continuación, en el Cuadro 5.12, 5.13, 5.14, y 5.15 se presentan las variables de entrada y fuentes de conocimiento para el conocimiento objetivo definido en el bloque conceptual de conocimiento, ORGANIZACIÓN, agrupadas según la categoría ontológica a la cual pertenecen.

Cuadro 5.12: Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Metas.

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Misión, Visión	E	Parámetros empresariales	Bases de datos
	E	Perspectivas de mercado	Internet
	T	Perspectivas de negocio a l/p	Propietario
	T	Perspectivas de diversificación a l/p	Propietario
	T	Necesidades y expectativas a l/p	Proveedor/Cliente
	T	Rumores	Entorno
	E	Regulación	Administración
Valores	T	Filosofía empresa	Propietario
	T	Creencias	Empleado
Objetivos estratégicos	E	Misión	SGC
	E	Visión	SGC
Puntos fuertes y débiles	T	Variables económicas	Bases de datos
	T	Variables culturales	Empleado
	T	Variables técnicas	Bases de Datos
	E	Estadísticas	Data Warehouse, Bases de datos externas
	E	Indicadores	Cuadro de mandos
Oportunidades y amenazas	T	Perspectivas mercado	Internet
	T	Políticas económicas	Administración
	E	Actuación competencia	Internet
	T	Actuación competencia	Competidor
Estrategia	E	Casos de éxito	Internet, Documentación
	T	Habilidades estratégicas	Empleado
	T	Directivas estratégicas	Propietario
	E	Variables del entorno económico	Internet
	T	Variables del entorno económico	Entorno
	E	Actuación competencia	Internet
	T	Actuación competencia	Competidor
Plan de negocio	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
	E	Regulación	Administración
Factores críticos de éxito	T	Perspectiva de negocio	Propietario
	T	Variables económicas	Entorno
	T	Variables técnicas	Entorno
	T	Variables culturales	Entorno
	T	Actuación competencia	Competidor
	E	Estadísticas	Data Warehouse, Bases de datos externas
	E	Indicadores	Cuadro de mandos
Políticas	T	Experiencia dirección	Empleado
	E	Actuación competencia	Internet
	T	Actuación competencia	Competidor
Actitudes	T	Creencias y valores	Propietario, Empleado
	T	Capacidad liderazgo	Empleado
	T	Capacidad motivación	Propietario
Objetivos tácticos	T	Perspectivas de negocio a m/p	Empleado
	T	Necesidades y expectativas a m/p	Proveedor/Cliente
	T	Rumores	Entorno
	T	Regulación	Administración
Líneas de acción	T	Habilidades tácticas	Empleado
	T	Directivas tácticas	Propietario
	E	Capacidad organizativa	Empleado
Objetivos operativos	T	Perspectivas de negocio a c/p	Empleado
	T	Necesidades y expectativas a c/p	Proveedor/Cliente
	T	Rumores	Entorno
	T	Regulación	Administración
Know-how	T	Habilidades operativas	Empleado
	E	Tareas a realizar	Manual de puestos de trabajo
	E	Secuencia de actividades	Mapa de procesos
	E	Funcionalidad informática	Modelos informáticos

Cuadro 5.13: Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Estructura organizativa.

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Figura jurídica	E	Estatutos	Documentación legal
	E	Impuestos	Documentación contable
	E	Información jurídica	Internet
Empresa virtual	E	Secuencia de actividades	Mapa de procesos
	E	Funcionalidad informática	Modelos informáticos
Empresa extendida	E	Secuencia de actividades	Mapa de procesos
	E	Funcionalidad informática	Modelos informáticos
Empresa individual	E	Organigrama	Documentación
	E	Tareas a realizar	Manual de puestos de trabajo
	E	Dirección y coordinación	Manual de puestos de trabajo
Cargos	E	Organigrama	Modelos empresariales
	E	Tareas a realizar	Manual de puestos de trabajo
	E	Dirección y coordinación	Manual de puestos de trabajo
	T	Derechos y deberes	Sindicatos
	E	Categoría profesional	Documentación legal
Roles	E	Conocimiento curricular	Bases de datos corporativas
	T	Capacidad	Empleado
	T	Habilidad	Empleado

Cuadro 5.14: Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Análisis.

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Sistema estratégico	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
Sist. de planif. de la prod.	E	Información productos	Bases de datos corporativas
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
	E	Objetivos tácticos	SGC
	E	Objetivos operativos	SGC
	T	Know-how	Empleados
Sistema financiero	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
	E	Objetivos tácticos	SGC
	E	Objetivos operativos	SGC
	T	Know-how	Empleados
Centros de decisión	T	Variables decisionales	Empleado, Propietario
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
	E	Objetivos tácticos	SGC
	E	Objetivos operativos	SGC
	T	Know-how	Empleados
Decisiones	T	Variables decisionales	Empleado, Propietario
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
	E	Objetivos tácticos	SGC
	E	Objetivos operativos	SGC
	T	Know-how	Empleados
Indicadores financieros	E	Variables financieras	Data warehouse
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
Indicadores de clientes	E	Variables sobre clientes	Data warehouse
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
Indicadores de proceso	E	Variables sobre procesos	Data warehouse
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
Indicadores de formación	E	Variables de formación	Data warehouse
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
Indicadores tecnológicos	E	Variables tecnológicas	Data warehouse
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC
Indicadores de RSC	E	Variables de RSC	Data warehouse
	E	Objetivos estratégicos	SGC
	E	Estrategia	SGC

Cuadro 5.15: Bloque conceptual: ORGANIZACIÓN::Reglas de negocio.

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Normas de conducta	T	directrices de comportamiento	Empleado, Propietario
	T	Directrices sociales	Empleado, Propietario
	T	Ética	Empleado, Propietario
De inferencia	T	Premisas	Empleado, Propietario
	E	Información	Bases de datos corporativa
	E	Indicadores	SGC
De cálculo	E	Información/variables	Bases de datos corporativas
	E	Indicadores	SGC
	E	Variables de Data mining	Data warehouse
	E	Indicadores	SGC
Estímulo/respuesta	E	Eventos	Modelo de procesos
	E	Eventos	Manual de procedimientos
	E	Eventos	Normativa
	T	Know-how	Empleado
Operacional	E	Información/variables	Bases de datos corporativas
	E	Precondiciones	Modelos informáticos
	E	Postcondiciones	Modelos informáticos
	T	Know-how	Empleado
Estructural	E	Información/variables	Bases de datos corporativas
	E	Información	Modelos informáticos
	T	Know-how	Empleado
Existencia	E	Información/variables	Bases de datos corporativas
	E	Información	Modelos informáticos
	E	Procesos	Modelo de procesos
	E	Procedimientos	Manual de procedimientos
	T	Know-how	Empleado
No existencia	E	Información/variables	Bases de datos corporativas
	E	Información	Modelos informáticos
	E	Procesos	Modelo de procesos
	E	Procedimientos	Manual de procedimientos
	T	Know-how	Empleado
Difusas	E	Información/variables	Bases de datos corporativas
	T	Know-how	Empleado

5.3.1.2. Bloque conceptual de conocimiento: PROCESO.

En la Sección 5.2 se han definido las tres categorías ontológicas principales siguientes para este bloque de conocimiento:

1. **Aspectos a modelar:** identifican el conocimiento objetivo relativo a los aspectos generales de los procesos que es necesario modelar desde el punto de vista del conocimiento: ICOMS, documentos, visión temporal, reglas, know-how y coste.
2. **Flujos:** recogen la secuencia que se sigue en la empresa para llevar a cabo los procesos, los materiales, documentos, datos, decisiones y trabajo.
3. **Niveles de proceso:** detalla los procesos de negocio, de soporte y colaborativos definidos como conocimiento objetivo para la empresa.

A continuación, para el conocimiento objetivo definido en el bloque conceptual de conocimiento, PROCESO, se detallan las variables de entrada y fuentes de conocimiento en el Cuadro 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20 y 5.21.

Cuadro 5.16: Bloque conceptual: PROCESO::Aspectos a modelar (I).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Inputs	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Materiales	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Modelo de procesos
	T	Datos	Empleado
Outputs	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Materiales	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Modelo de procesos
	T	Datos	Empleado
Restricciones	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Modelo de procesos
	E	Reglas	SGC
	E	Normativa	Manual de procedimientos
	T	Datos	Empleado
Mecanismos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Procesos	Mapa de procesos
	E	Recursos humanos	Base de datos corporativas
	E	Recursos materiales	Base de datos corporativas
	T	Datos	Empleado
Diagnóstico	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos
	E	Puntos fuertes organización	SGC
	E	Puntos débiles organización	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios

Cuadro 5.17: Bloque conceptual: PROCESO::Aspectos a modelar (II).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Propuesta de mejora	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Proveedor, Cliente
	E	Información	Internet
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Doc. Básicos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Parámetros de búsqueda	Bases de dato documentales
	E	Procesos de negocio	Mapa de procesos
Doc. De soporte	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Parámetros de búsqueda	Bases de datos documentales
	E	Procesos de soporte	Mapa de procesos
Legales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Leyes	Administración
	E	Normativa legal	Internet
Proced. internos	E	Normativa	Manual de procedimientos
	E	Procesos de soporte	Mapa de procesos
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Capacidad	E	Datos curriculares	Bases de datos curriculares
	E	Curriculum Vitae	Bases de Datos Documentales
	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Variables de planificación y seguimiento	Bases de datos corporativas
	T	Datos	Empleado, Propietario
Habilidad	E	Datos curriculares	Bases de datos curriculares
	E	Curriculum Vitae	Bases de Datos Documentales
	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Variables de planificación y seguimiento	Bases de datos corporativas
	T	Datos	Empleado, Propietario
Saber hacer	E	Datos curriculares	Bases de datos curriculares
	E	Curriculum Vitae	Bases de Datos Documentales
	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Variables de planificación y seguimiento	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	T	Datos	Empleado, Propietario
Bruto/neto	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. financiera	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. subjetiva	T	Valor percibido	Empleado, Propietario
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Beneficio percibido	Cliente, Proveedor
Valor añadido	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Valor percibido	Cliente, Proveedor, Consumidor final

Cuadro 5.18: Bloque conceptual: PROCESO::Flujos (I).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
De mat. internos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De mat. inter-empresariales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De mat. externos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De doc. internos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De doc. inter-empresariales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De doc. externos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners

Cuadro 5.19: Bloque conceptual: PROCESO::Flujos (II).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
De datos internos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De datos inter-empresariales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De datos externos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De decisión internos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De decisión inter-empresariales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De decisión externos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De trabajo internos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De trabajo inter-empresariales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners
De trabajo externos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners

Cuadro 5.20: Bloque conceptual: PROCESO::Niveles de proceso (I).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
De producción	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De venta	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De logística	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De marketing	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De aprovisionamiento	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De mantenimiento	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De administración	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Financieros	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Fiscales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios

Cuadro 5.21: Bloque conceptual: PROCESO::Niveles de proceso (II).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
De RRHH	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De auditoría	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De calidad	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
De estandarización	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Procesos 'key'	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Ptos. de interoperabilidad	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Información	Bases de datos externas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Mapa de procesos, Modelos inter-empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Partners

5.3.1.3. Bloque conceptual de conocimiento: PRODUCTO.

Para este bloque de conocimiento en la Sección 5.2 se han propuesto dos categorías ontológicas principales que son iguales tanto para el bloque de PRODUCTO como para el de SERVICIO:

1. **Aspectos funcionales:** recoge el conocimiento objetivo relativo al proceso de planificación de la producción, al propio proceso de producción y al proceso de marketing relativo al producto.
2. **Propiedades:** tiene que ver con la composición, calidad y coste del producto.

A continuación, para el conocimiento objetivo definido en el bloque conceptual de conocimiento, PRODUCTO, se detallan las variables de entrada y fuentes de conocimiento en el Cuadro 5.22, 5.23 y 5.24. En esta sección no se detalla el conocimiento objetivo correspondiente a la vertiente de SERVICIO junto con las variables y fuentes de conocimiento asociadas, debido a la similitud que tiene con el definido para la vertiente de PRODUCTO.

Cuadro 5.22: Bloque conceptual: PRODUCTO::Aspectos funcionales (I).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Contra stock	E	Planificación producción	Bases de datos corporativas
	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Pedidos	Bases de datos corporativas
	E	Información Clientes	Bases de datos corporativas
Bajo pedido	E	Planificación producción	Bases de datos corporativas
	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Pedidos	Bases de datos corporativas
	E	Información Clientes	Bases de datos corporativas
Manufactura	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Información Clientes	Bases de datos corporativas
	E	Información Proveedores	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Ensamblaje	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Información Clientes	Bases de datos corporativas
	E	Información Proveedores	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios

Cuadro 5.23: Bloque conceptual: PRODUCTO::Aspectos funcionales (II).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Por proyecto	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Información Clientes	Bases de datos corporativas
	E	Información Proveedores	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Muestras	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Información Clientes	Bases de datos corporativas, Internet
	E	Procesos de ventas	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Rentabilidad financiera	SGC
	E	Rentabilidad subjetiva	SGC
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Catálogos	E	Información producto	Bases de datos corporativas, Data warehouse
	E	Indicadores de producto	Sistema de indicadores
	E	Procesos de producción y marketing	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Publicidad	E	Información producto	Bases de datos corporativas, Data warehouse
	E	Indicadores de producto	Sistema de indicadores
	E	Procesos de producción y marketing	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Marca	E	Información producto	Bases de datos corporativas, Data warehouse
	E	Indicadores de producto	Sistema de indicadores
	E	Procesos de producción y marketing	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Etiquetaje	E	Información producto	Bases de datos corporativas, Data warehouse
	E	Indicadores de producto	Sistema de indicadores
	E	Procesos de producción y marketing	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante

Cuadro 5.24: Bloque conceptual: PRODUCTO::Propiedades.

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Niveles de compos.	E	Información producto, materias primas y productos semielaborados	Bases de datos corporativas
	E	Información embalajes	Bases de datos corporativas
	E	Procesos de producción y marketing	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Catálogo	Bases de datos corporativas
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Opcionalidad	E	Información producto, materias primas y productos semielaborados	Bases de datos corporativas
	E	Información embalajes	Bases de datos corporativas
	E	Información clientes	Bases de datos corporativas
	E	Indicadores de cliente y producto	Sistema de indicadores
	E	Procesos de producción y marketing	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Catálogo	Bases de datos corporativas
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Estándares	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Manual de calidad	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción y calidad	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Documentación	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Manual de calidad	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción y calidad	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Reclamaciones	E	Información producto	Bases de datos corporativas
	E	Información clientes y proveedores	Bases de datos corporativas
	E	Indicadores de cliente y producto	Sistema de indicadores
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Manual de calidad	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción, ventas y calidad	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Bruto/neto	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. financiera	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. subjetiva	T	Valor percibido	Empleado, Propietario
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Beneficio percibido	Cliente, Proveedor
Valor añadido	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Valor percibido	Cliente, Proveedor, Consumidor final

5.3.1.4. Bloque conceptual de conocimiento: RECURSO.

Para el bloque de conocimiento RECURSO en la Sección 5.2 se han propuesto dos categorías ontológicas principales:

1. **Humanos:** recoge todo el conocimiento sobre la relación contractual y las propiedades en cuanto a habilidades, capacidades, etc. que poseen los recursos humanos de la empresa, así como el coste asociado a los mismos.
2. **Materiales:** incluye el conocimiento objetivo sobre los distintos recursos materiales de la empresa: productos, infraestructuras, sistema informático, etc. describiendo sus propiedades y su coste asociado.

A continuación, para el conocimiento objetivo definido en el bloque conceptual de conocimiento, RECURSO, se muestran las variables de entrada y fuentes de conocimiento en el Cuadro 5.25, 5.26 y 5.27.

Cuadro 5.25: Bloque conceptual: RECURSO::Humanos (I).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Fijo	E	Información empleado	Bases de datos corporativas
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
Eventual	E	Información empleado	Bases de datos corporativas
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
Esporádico	E	Información empleado	Bases de datos corporativas
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
Candidato	E	Información empleado	Internet
	E	Curriculum Vitae	Bases de datos documentales
	T	Conocimientos, capacidad, habilidad	Potencial empleado
Disponibilidad	E	Horario empleado	Bases de datos corporativas
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Predisposición	Potencial empleado

Cuadro 5.26: Bloque conceptual: RECURSO::Humanos (II).

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Curriculum	E	Conocimientos	Bases de datos corporativas
	E	Capacidad	Bases de datos corporativas
	E	Habilidad	Bases de datos corporativas
Conocimientos	E	Datos curriculares	Bases de datos curriculares
	E	Información empleado	Bases de datos corporativas
	E	Curriculum Vitae	Bases de datos documentales
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Predisposición	Empleado, Propietario
Capacidad	E	Datos curriculares	Bases de datos curriculares
	E	Información empleado	Bases de datos corporativas
	E	Curriculum Vitae	Bases de datos documentales
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Variables de planificación y seguimiento	Bases de datos corporativas
	T	Predisposición	Empleado, Propietario
Habilidad	E	Datos curriculares	Bases de datos curriculares
	E	Curriculum Vitae	Bases de datos documentales
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Variables de planificación y seguimiento	Bases de datos corporativas
	T	Predisposición	Empleado, Propietario
Experiencia	E	Datos curriculares	Bases de datos curriculares
	E	Información empleado	Bases de datos corporativas
	E	Curriculum Vitae	Bases de datos documentales
	E	Organigrama	Bases de datos corporativas
	E	Contratos	Bases de datos documentales
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de RRHH	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Predisposición	Empleado, Propietario
Bruto/neto	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. financiera	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. subjetiva	T	Valor percibido	Empleado, Propietario
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Beneficio percibido	Cliente, Proveedor
Valor añadido	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Valor percibido	Cliente, Proveedor, Consumidor final

Cuadro 5.27: Bloque conceptual: RECURSO::Materiales.

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Productos	E	Información producto, materias primas y productos semielaborados	Bases de datos corporativas
	E	Información embalajes	Bases de datos corporativas
	E	Procesos de producción y marketing	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	E	Catálogo	Bases de datos corporativas
	E	Reglas de negocio	SGC
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Infraestructura	E	Información instalaciones	Bases de datos corporativas, planos
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Manual de calidad	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Maquinaria	E	Información maquinaria	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Manual de calidad	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado, Propietarios, Representante
Sist. informático	E	Manuales de usuario	Bases de datos documentales
	E	Componentes software	Modelos informáticos
	E	Componentes hardware	Modelos informáticos
	E	Procesos informáticos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
Sist. de comunicación	E	Manuales de usuario	Bases de datos documentales
	E	Componentes software	Modelos informáticos
	E	Componentes hardware	Modelos informáticos
	E	Procesos informáticos	Mapa de procesos, Modelos empresariales
Financiero	E	Información contable inversiones	Bases de datos corporativas
	E	Infraestructuras y maquinaria	Bases de datos corporativas
	E	Variables financieras	Sistema de indicadores
Disponibilidad	E	Horario trabajo	Bases de datos corporativas
	E	Manual de puestos de trabajo	Bases de datos documentales
	E	Procesos de producción	Mapa de procesos, Modelos empresariales
	T	Know-how	Empleado
Capacidad	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Variables de planificación y seguimiento	Bases de datos corporativas
	T	Datos	Empleado, Propietario
Bruto/neto	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. financiera	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. subjetiva	T	Valor percibido	Empleado, Propietario
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Beneficio percibido	Cliente, Proveedor
Valor añadido	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
	T	Valor percibido	Cliente, Proveedor, Consumidor final

5.3.2. Procedimientos de extracción y cálculo

Una vez identificado el conocimiento objetivo y las variables y fuentes de conocimiento necesarias para su extracción es necesario determinar cuales serán los procedimientos que se llevarán a cabo para conseguir tal fin. En la Metodología KM-IRIS, estos procedimientos reciben la denominación de procedimientos de extracción y cálculo.

Los **procedimientos de extracción** son aquellos que se utilizan cuando el conocimiento objetivo se obtiene bien a partir del conocimiento tácito que reside en las personas, o bien cuando éste está explicitado en un sistema informático pero es necesario un proceso previo de búsqueda o integración de datos a fin de poder obtener las variables de entrada que servirán para obtenerlo. Los **procedimientos de cálculo** se utilizan cuando las variables necesarias para la obtención del conocimiento objetivo se encuentran explicitadas e integradas en sistemas informáticos, y es necesario un proceso de cálculo matemático, procesamiento o consulta que permita a los usuarios de tales sistemas el obtener información que pueda aumentar su conocimiento.

Estos procedimientos se han de definir de forma específica para cada uno de los conocimientos objetivos descritos en la Sección 5.2, sin embargo se pueden identificar el conjunto de técnicas que es posible usar en ambos tipos de procedimientos. A continuación, se presenta un breve resumen de este conjunto de técnicas:

1. **Procedimientos de extracción:** en esta categoría se incluyen los procesos que permiten obtener el conocimiento tácito que reside en las personas, o buscar o integrar información residente en distintas fuentes de conocimiento explícitas. Los principales tipos de técnicas que dan soporte a este tipo de procesos son las siguientes:

   - **Entrevistas y cuestionarios:** incluye las técnicas que se utilizan en la realización de entrevistas y paso de cuestionarios a los usuarios claves de un sistema de información con el objetivo de investigar y recopilar cuales son los requisitos necesarios para la implantación o mejora de su sistema informático asociado. En este caso se pueden utilizar para la obtención de las variables de entrada que se encuentran en fuentes de conocimiento tácitas mediante la elaboración y realización de entrevistas y cuestionarios basadas en las plantillas de conocimiento objetivo y variables de extracción definidas en la Propuesta MDK.
   - **Motores de búsqueda:** son aplicaciones informáticas que indexan archivos almacenados en diversos tipos de sistemas informáticos, aplicaciones o Internet con la finalidad de proporcionar información sobre un

determinado tema a los usuarios que los utilizan mediante la introducción de palabras claves o búsquedas a través de índices o preguntas claves. Existen de dos tipos, los motores de búsqueda propiamente dichos, los cuales son sistemas de búsqueda por palabras clave y utilizan softbots para automatizar las búsquedas; y los índices temáticos o directorios en los cuales los sistemas de búsqueda están organizados de forma manual por categorías y jerárquicamente. En el caso de la gestión del conocimiento estas técnicas pueden ser utilizadas para la localización de variables de entrada explícitas de las cuales se desconoce cual es su situación.

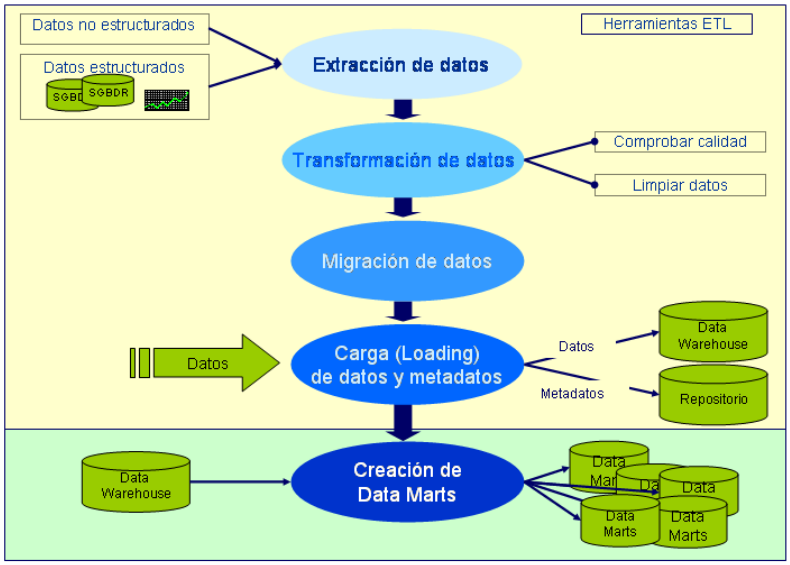

Figura 5.13: Esquema para el uso de técnicas ETL.

- **Técnicas ETL (Extraction Transformation and Loading):** estas técnicas se utilizan habitualmente para la integración de distintas fuentes de datos heterogéneas en un Data Warehouse. Previamente a la integración se realiza un proceso de transformación de los datos mediante el cual se verifica su calidad e integridad y se lleva a cabo un proceso de 'limpieza de datos'. El resto de técnicas se utilizan para migrar los datos entre los sistemas y realizar la carga del Data Warehouse (ver Figura 5.13). En el contexto del conocimiento estas técnicas pueden ser utilizadas con la finalidad de integrar y luego obtener las variables de entrada relacionadas con la extracción del conocimiento. En este caso las distintas bases de datos que es necesario integrar son las fuentes de conocimiento explícitas a partir de las cuales es posible integrar las variables de entrada en un mismo Data Warehouse que

servirá para obtener el conocimiento.

2. **Procedimientos de cálculo:** estos procedimientos suponen un procesamiento de información, bien un cálculo matemático, o un análisis de la información que se encuentra en una base de datos, las principales técnicas que se pueden utilizar son:

   - **Cálculo matemático:** en esta categoría se incluyen técnicas de cálculo y análisis matemático y estadístico mediante las cuales se procesa información de tipo matemático en multitud de disciplinas. En el caso del conocimiento, la utilización de distintos tipos de fórmulas permite procesar diferentes tipos de variables de entrada numéricas que permiten la obtención de distintos tipos de conocimiento, ejemplo de ello sería el cálculo de los indicadores de un sistema de medición del rendimiento o cuadro de mandos.
   - **Análisis OLTP:** son las técnicas que se utilizan habitualmente para la obtención de información mediante la ejecución de distintos tipos de consultas en SQL sobre bases de datos. En el caso, del conocimiento permiten obtener variables de entrada, es decir, información que convenientemente procesada permite aumentar el conocimiento de los usuarios del sistema.
   - **Análisis OLAP:** mediante estas técnicas es posible tener un acceso rápido a información estratégica, puesto que utilizan vistas multidimensionales de datos agregados las cuales permiten llevar a cabo análisis de datos que son difíciles o imposibles de expresar en SQL utilizando estructuras tabulares. Estas técnicas transforman los datos desde por ejemplo un Data Warehouse en información estratégica que permite la navegación y búsqueda, diferentes tipos de cálculos y análisis de series temporales. Existen tres tipos de técnicas OLAP que en el caso del conocimiento pueden tener también la utilidad antes mencionada:
     - **MOLAP (Multidimensional OLAP):** basadas en un 'Sistema Gestor de Bases de Datos Multidimensional' (SGBDM) diseñado para el procesamiento de consultas multidimensionales.
     - **ROLAP (Relacional OLAP):** proporcionan vistas de usuario multidimensionales de los datos, los cuales residen en un 'Sistema Gestor de Bases de Datos Relacional' (SGBDR). El motor ROLAP normalmente traduce el esquema relacional en un esquema multidimensional.
     - **HOLAP (Híbrido OLAP):** es una integración MOLAP y ROLAP, con la finalidad de aprovechar las ventajas de ambos y evitar sus inconvenientes.
   - **Data Mining:** estas técnicas se utilizan habitualmente para descubrir distintos tipos patrones ocultos en los datos de almacenes de datos

de gran volumen que sirven para realizar predicciones. En el caso del conocimiento, pueden utilizarse para realizar análisis complejos de la información almacenada en un Data Warehouse de manera que permita aumentar el conocimiento de sus usuarios.

En el Cuadro 5.28 se presenta un resumen de las técnicas que es posible utilizar en los procedimientos de extracción (E) y cálculo (C), exponiendo cual ha sido el origen y disciplina en la cual habitualmente se utilizan estas técnicas y cual es el uso que se puede hacer de ellas en un Sistema de Gestión del Conocimiento (SGC).

Cuadro 5.28: Conjunto de técnicas que es posible utilizar en los procedimientos de extracción y cálculo.

Técnica	E/C	Origen	Uso en el SGC
Entrevistas y cuestionarios	E	Investigación y recopilación de requisitos del sistema informático	Identificación del conocimiento objetivo y de las variables de entrada y fuentes de conocimiento tácitas
Motor de búsqueda	E	Búsquedas de datos, documentos y ficheros	Búsquedas de variables de entrada explícitas
ETL	E	Creación de Data Warehouse	Integración de variables de entrada a partir de las fuentes de conocimiento explícitas
Cálculo matemático	C	Análisis estadístico y cálculo ingenieril	Cálculo de indicadores
Análisis OLTP	C	Consultas de información sobre bases de datos relacionales	Consultas para la obtención de conocimiento
Análisis OLAP	C	Consultas complejas sobre bases de datos multidimensionales	Consultas para la obtención de conocimiento
Data Mining	C	Reconocimiento de patrones de comportamiento en grandes almacenes de datos	Consultas para la obtención de conocimiento

5.4. Representación del conocimiento empresarial

En las dos secciones anteriores se ha descrito el conocimiento objetivo identificado para la empresa virtual, así como todos los elementos necesarios para su extracción siguiendo la Metodología KM-IRIS, los cuales constituyen la base sobre la cual se ha definido la Propuesta MDK para modelar el conocimiento empresarial. Por otra parte, esta propuesta da soporte a la fase III de representación del conocimiento de esta metodología (ver Figura 5.14), con la finalidad de obtener el mapa de conocimiento de la empresa, el cual a nivel CIM está enlazado con el modelado empresarial tradicional.

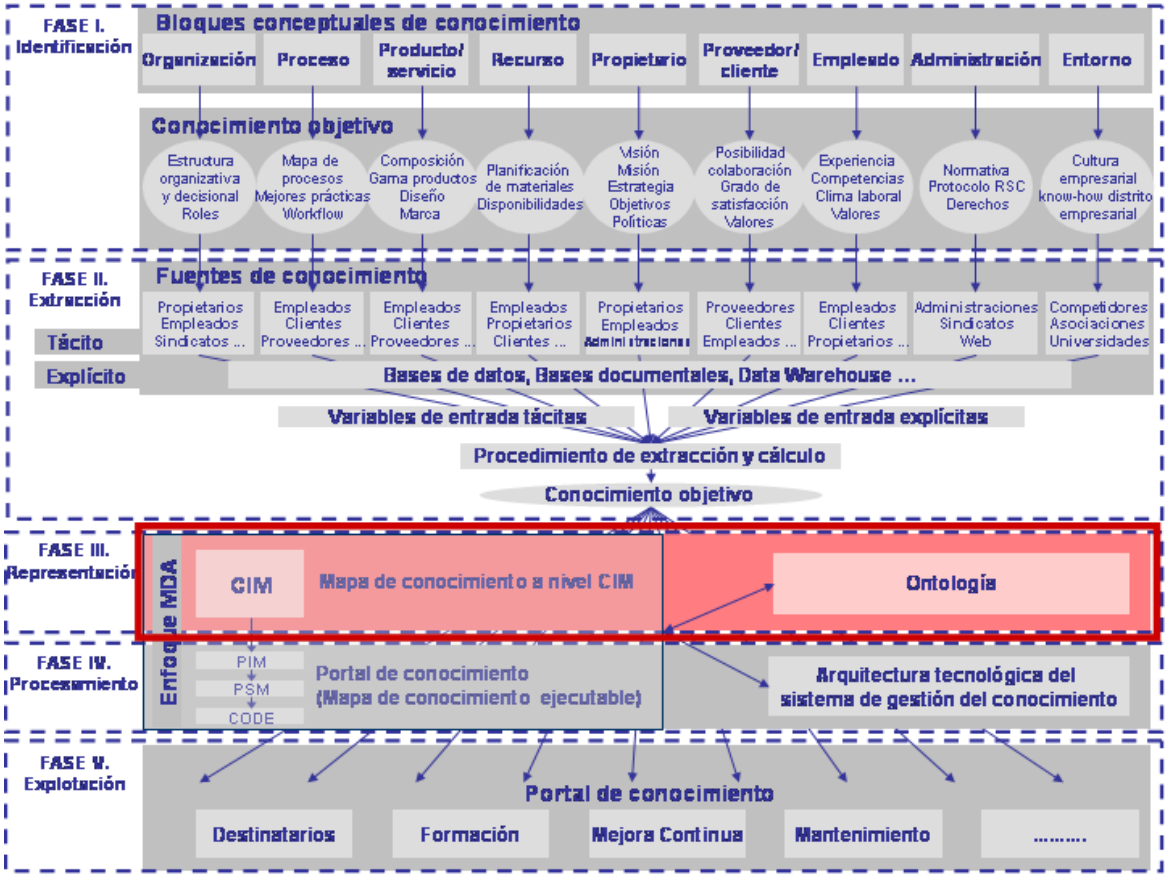

Figura 5.14: Fase II: Representación del conocimiento empresarial.

El objetivo final es que este mapa de conocimiento sea un modelo del conocimiento empresarial a nivel CIM, que luego pueda ser transformado en sucesivos pasos en modelos expresados en distintos niveles de abstracción hasta obtener el sistema de gestión del conocimiento deseado. Por esta razón, la propuesta de modelado para el

conocimiento empresarial recibe el nombre de MDK, 'Model Driven Knowledge' o 'Conocimiento Guiado por Modelos' [79, 86].

Por lo tanto, una vez identificado el conocimiento empresarial, así como las variables y fuentes necesarias para su extracción, siguiendo la Metodología KM-IRIS se presenta la Propuesta MDK para la representación del conocimiento empresarial a nivel CIM mediante el uso de diversos tipos de modelos. En esta sección, se detallan los distintos tipos de modelos propuestos para representar el conocimiento empresarial, así como el lenguaje de modelado desarrollado, el cual está basado en UML2 e incluye los metamodelos y perfiles de UML2 definidos para tal propósito. Además, en primer lugar se muestran las características generales de la propuesta, desde el punto de vista conceptual y técnico.

5.4.1. Marco de modelado según la Propuesta MDK

Como se explica en la Sección 5.1.4 la Propuesta MDK está basada en primer lugar en el enfoque MDA con el objetivo de optimizar la construcción de un sistema de gestión del conocimiento a partir del uso de modelos y de sus sucesivas transformaciones. Y en segundo lugar, da soporte a la fase III de la Metodología KM-IRIS. Por ello en esta sección, se hace un análisis de los requisitos descritos en las anteriores secciones y sobre los que se sustenta la propuesta para el modelado, así como de los distintos tipos de modelos propuestos a diferentes niveles de abstracción dentro del nivel CIM y la solución técnica que se ha adoptado para su implementación.

5.4.1.1. Ontología empresarial MDK de soporte

La Propuesta MDK para el modelado del conocimiento empresarial da soporte a la fase III de la Metodología KM-IRIS, por lo tanto para definir cuales son los constructores que se van a incluir en la propuesta de modelado se han utilizado los resultados obtenidos en las fases I y II de la metodología descritos en la Sección 5.2 y 5.3 respectivamente. Estos resultados constituyen los requisitos de conocimiento a partir de los cuales se ha desarrollado la propuesta de modelado, puesto que en los bloques detallados en estas secciones se encuentran los elementos que tradicionalmente han sido representados en el contexto del modelado empresarial.

Además, se han analizado el resto de bloques de la Metodología KM-IRIS con la finalidad de elaborar una solución global que cubra todo el conocimiento empresarial. Estos requisitos de conocimiento objetivo han sido clasificados en distintas categorías y subcategorías ontológicas, las cuales constituyen la Ontología empresarial MDK sobre

la cual se basa esta propuesta y se muestra a continuación. El Cuadro 5.29 muestra el análisis de los bloques no detallados en este trabajo por ser parte del Proyecto CICYT en el cual se enmarca, determinando cuales son las categorías y subcategorías ontológicas definidas para cada uno de ellos.

Cuadro 5.29: Ontología empresarial MDK (I).

Bloque Conocimiento	**Categoría ontológica**	**Subcategoría ontológica**
PROPIETARIO	Propiedades	Interés
		Responsabilidad
		Cultura empresarial
PROVEEDOR	Propiedades	Intrínsecas
	Satisfacción	Productos y servicio
		Trato personalizado
	Relaciones	Preferencias
		Motivación
		Cooperación
		Mejoras
CLIENTE	Propiedades	Intrínsecas
	Satisfacción	Productos y servicio
		Trato personalizado
	Relaciones	Preferencias
		Motivación
		Fidelización
		Mejoras
EMPLEADO	Satisfacción	Laboral
		Profesional
		Económica
		Personal
	Relaciones	Aprendizaje
		Retos profesionales
		Progresión
		Transmisión del conocimiento
		Mejoras
ADMINISTRACIÓN	Ayudas públicas	Locales
		Nacionales
		Internacionales
	Política	Laboral
		Económica
		Social
		Medio ambiental
ENTORNO	Relaciones	Competencia
		Sinergia
	Distrito empresarial	Cultura de trabajo
		Infraestructura

Finalmente, en el Cuadro 5.30 se puede observar el resumen de las diferentes categorías y subcategorías ontológicas definidas en la Sección 5.2 para los bloques conceptuales descritos en la misma. Éstas forman, junto con las descritas anteriormente para el resto de bloques, la Ontología empresarial MDK que da soporte a la Propuesta MDK para el modelado del conocimiento empresarial a nivel CIM.

Cuadro 5.30: Ontología empresarial MDK (II).

Bloque Conocimiento	Categoría ontológica	Subcategoría ontológica
ORGANIZACIÓN	Metas	Nivel estratégico
		Nivel táctico
		Nivel operativo
	Estructura organizativa	Visión directiva y administrativa
		Visión de recursos humanos
	Análisis	Sistemas empresariales
		Sistema decisional
		Sistema de medición del rendimiento
	Reglas de negocio	Implícitas
		De derivación
		De restricción
		De existencia
		Difusas
PROCESO	Aspectos a modelar	AS-IS
		TO-BE
		Documentos
		Reglas
		Know-how
		Coste
	Flujos	De materiales
		De documentos
		De datos/información/conocimiento
		De decisión/control
		De trabajo
	Niveles de proceso	De negocio
		De soporte
		Colaborativos
PRODUCTO	Aspectos funcionales	Planificación de la producción
		Proceso de producción
		Marketing
	Propiedades	Composición
		Calidad
		Coste
SERVICIO	Aspectos funcionales	Tipificación
		Marketing
	Propiedades	Composición
		Calidad
		Coste
RECURSO	Humanos	Relación contractual
		Propiedades
		Coste
	Materiales	Tipificación
		Propiedades
		Coste

5.4.1.2. Jerarquía de modelos propuestos

En las siguientes secciones, se describe la propuesta de modelado desarrollada para la obtención del Mapa de Conocimiento empresarial. La solución adoptada no ha consistido en definir un nuevo lenguaje de modelado empresarial, sino que se ha utilizado UML como lenguaje de modelado y se han aprovechado las nuevas facilidades que proporciona su versión 2.x con la posibilidad de definir perfiles a fin de extender el propio lenguaje de modelado o adaptarlo a un dominio específico. Por lo tanto, UML se ha extendido, dada su idoneidad para la representación del conocimiento, al dominio específico del modelado empresarial centrándose éste en el modelado del conocimiento empresarial.

Los perfiles de UML2 desarrollados han considerado por una parte la definición conceptual de conocimiento realizada en el marco de la Metodología KM-IRIS para el desarrollo de un sistema de gestión del conocimiento, así como la Ontología empresarial MDK anteriormente descrita, reflejada sobre todo como se verá más adelante en el 'Modelo del Conocimiento'. Y por otra, los resultados obtenidos en los proyectos UEML [197] y POP* [89, 151] en cuanto a la obtención de modelos empresariales que sean interoperables. Ambos trabajos han servido de base para el desarrollo del resto de modelos presentados en la propuesta MDK y los metamodelos desarrollados en ella se ajustan a ambas propuestas, con el fin de generar modelos interoperables. El objetivo final es obtener una propuesta de modelado que cubra el nivel CIM definido por MDA, pero que también recoja los conceptos del modelado empresarial tradicional, y que a su vez esté centrada en la representación del conocimiento empresarial.

En la Figura 5.15, se pueden observar la jerarquía de modelos y los diversos tipos diagramas propuestos a nivel CIM para la representación del conocimiento empresarial según la Propuesta MDK. Debido a la gran complejidad que supone el modelar la empresa a nivel CIM, se ha subdividido este nivel de abstracción independiente de la computación en dos subniveles. A continuación, se describe cada uno de ellos junto con los modelos propuestos en cada subnivel:

1. **CIM-Knowledge:** representa el nivel superior del CIM, en el cual se determina cual es el objetivo de la empresa en relación con el conocimiento y su posterior gestión, puesto que a este nivel la empresa decide los bloques sobre los cuales desea basar su sistema de gestión del conocimiento, así como cual es su conocimiento objetivo. El modelo propuesto a este nivel se denomina **'Modelo de Conocimiento'**. Este modelo es el punto de partida del sistema de gestión del conocimiento, en él deben estar representados todos los elementos sobre los que la empresa desea conocer, es decir, gestionar su conocimiento, ofreciendo una visión o modelo global del mismo. En este nivel de modelado siguiendo la

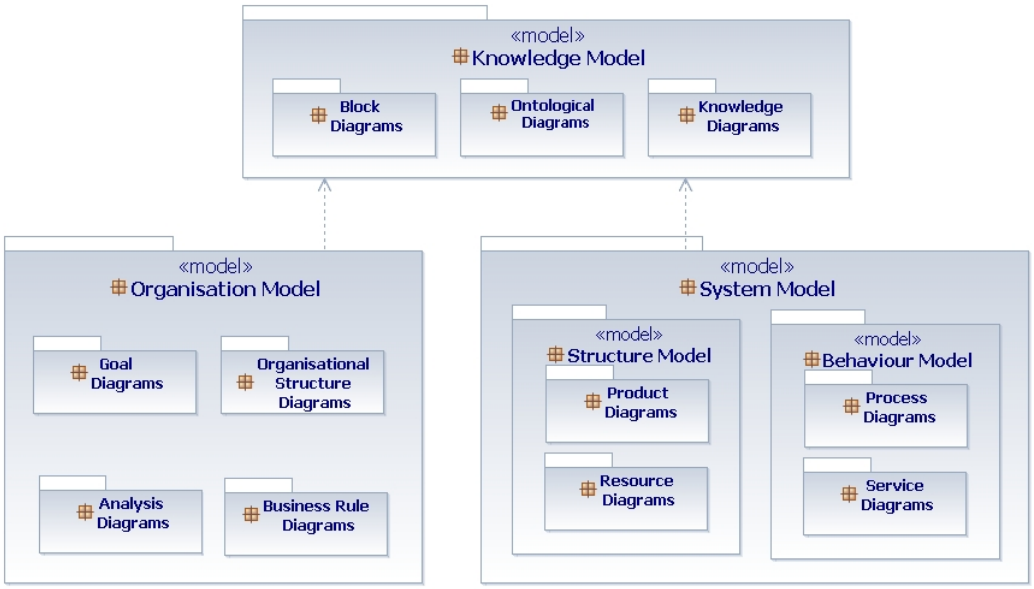

Figura 5.15: Mapa de Conocimiento empresarial a nivel CIM según la Propuesta MDK.

Metodología KM-IRIS se representan los bloques conceptuales definidos en la empresa y el conocimiento objetivo identificado a partir de ellos, así mismo el modelo debe representar las variables y fuentes de conocimiento utilizados para su extracción, y la conexión entre estos elementos y los del nivel inferior. Este modelo global es el más importante, puesto que en él se define cual es el objetivo de la empresa respecto al sistema de gestión del conocimiento y en que se debe basar la representación del conocimiento en los siguientes niveles de abstracción.

2. **CIM-Business:** representa el nivel inferior del CIM, en el cual se ofrece una visión detallada del conocimiento objetivo de cada uno de los bloques conceptuales mostrados en el nivel superior mediante una visión global. El **'Modelo de Organización'** es el modelo propuesto a este nivel para ofrecer una visión de la empresa desde el punto de vista organizativo. Esta visión debe estar interrelacionada por una parte con el nivel superior y con los bloques conceptuales allí definidos, en especial con el de ORGANIZACIÓN. El otro modelo propuesto a este nivel se ha denominado **'Modelo del Sistema'**, el cual permite representar de forma detallada los bloques conceptuales de PRODUCTO, RECURSO, PROCESO y SERVICIO. Este modelo recibe este nombre puesto que representa el sistema que forma la empresa desde un punto de vista operativo y recoge, además de una visión detallada del conocimiento de los bloques antes citados, los requisitos para la implementación del sistema informático transaccional de la empresa. A este nivel, el modelo se ha divido en

dos para ofrecer una visión de la estructura y del comportamiento de la empresa, proporcionadas respectivamente por el **'Modelo de Estructura'** y el **'Modelo de Comportamiento'**.

La Figura 5.15 presenta la estructura que tendría el Mapa de Conocimiento de una empresa tipo tras la aplicación de la Propuesta MDK, mostrando los modelos y diagramas que lo forman. Por lo tanto, estos modelos se sitúan en el nivel M1 según la arquitectura MOF definida por el OMG. En la citada figura se detallan los dos subniveles de la Propuesta MDK utilizando la notación de UML, de forma que los diagramas propuestos se agrupan por medio de paquetes en los diversos modelos situados a diferente nivel de abstracción. La relación entre los dos niveles de abstracción propuestos está representada mediante el uso de dependencias de UML, según las cuales el paquete origen de la dependencia es dependiente del paquete destino, así por ejemplo, el 'Modelo de Conocimiento' es la base a partir del cual se desarrolla el 'Modelo de Organización', pues este último depende del primero tal como se indica en la Figura 5.15. Cada uno de los modelos mostrados en la Figura 5.15 puede ser representado por uno o varios de los diagramas mostrados en la Figura 5.16, los cuales constituyen el conjunto de diagramas que es posible utilizar para generar el mapa de conocimiento de una empresa siguiendo la Propuesta MDK.

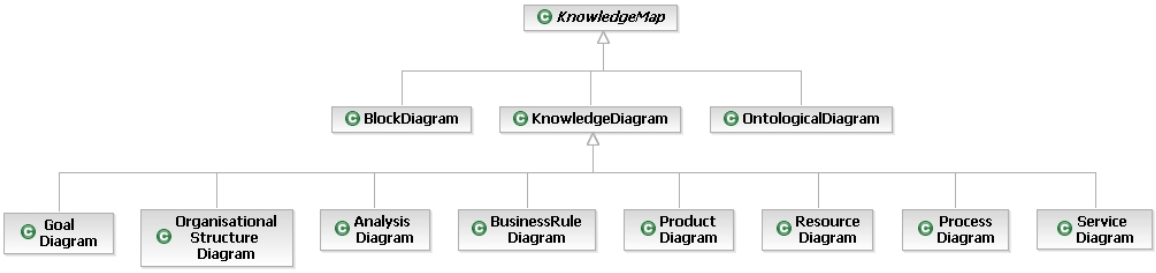

Figura 5.16: Diagramas disponibles para modelar el Mapa de Conocimiento empresarial según la Propuesta MDK.

En el Cuadro 5.31 se puede observar la analogía entre las diferentes categorías y principales subcategorías definidas en la Ontología MDK y los modelos y diagramas de la Propuesta MDK. Puesto que todas las subcategorías ontológicas pueden ser representadas en el 'Modelo de Conocimiento', mediante el 'Diagrama de Bloques', el 'Diagrama Ontológico' y el 'Diagrama de Conocimiento', esta información se ha omitido en el citado cuadro, así como el resto de bloques de la ontología cuyo conocimiento se representa mediante los mencionados modelos y diagramas.

Cuadro 5.31: Analogía: bloques conceptuales vs marco de modelado MDK.

Bloque Conocimiento	Categoría	Subcategoría	Modelo	Diagrama
ORGANIZACIÓN	Metas	Nivel estratégico	Organización	Objetivos
		Nivel táctico	Organización	Objetivos
		Nivel operativo	Organización	Objetivos
	Estructura organizativa	Visión directiva y adm.	Organización	Estr. Organizativa
		Visión de recursos humanos	Organización	Estr. Organizativa
	Análisis	Sistemas empresariales	Organización	Análisis
		Sistema decisional	Organización	Análisis
		Sistema de medición del rdto.	Organización	Análisis
	Reglas de negocio	Implícitas	Organización	Reglas de Negocio
		De derivación	Organización	Reglas de Negocio
		De restricción	Organización	Reglas de Negocio
		De existencia	Organización	Reglas de Negocio
		Difusas	Organización	Reglas de Negocio
PROCESO	Aspectos a modelar	AS-IS	Sistema::Comportamiento	Procesos
		TO-BE	Sistema::Comportamiento	Procesos
		Documentos	Sistema::Comportamiento	Procesos
		Reglas	Sistema::Comportamiento	Procesos
		Know-how	Sistema::Comportamiento	Procesos
		Coste	Sistema::Comportamiento	Procesos
	Flujos	De materiales	Sistema::Comportamiento	Procesos
		De documentos	Sistema::Comportamiento	Procesos
		De datos/información/cto.	Sistema::Comportamiento	Procesos
		De decisión/control	Sistema::Comportamiento	Procesos
		De trabajo	Sistema::Comportamiento	Procesos
	Niveles de proceso	De negocio	Sistema::Comportamiento	Procesos
		De soporte	Sistema::Comportamiento	Procesos
		Colaborativos	Sistema::Comportamiento	Procesos
PRODUCTO	Aspectos funcionales	Planificación de la producción	Sistema::Estructura	Productos
		Proceso de producción	Sistema::Estructura	Productos
		Marketing	Sistema::Estructura	Productos
	Propiedades	Composición	Sistema::Estructura	Productos
		Calidad	Sistema::Estructura	Productos
		Coste	Sistema::Estructura	Productos
SERVICIO	Aspectos funcionales	Tipificación	Sistema::Comportamiento	Servicios
		Marketing	Sistema::Comportamiento	Servicios
	Propiedades	Composición	Sistema::Comportamiento	Servicios
		Calidad	Sistema::Comportamiento	Servicios
		Coste	Sistema::Comportamiento	Servicios
RECURSO	Humanos	Relación contractual	Sistema::Estructura	Recursos
		Propiedades	Sistema::Estructura	Recursos
		Coste	Sistema::Estructura	Recursos
	Materiales	Tipificación	Sistema::Estructura	Recursos
		Propiedades	Sistema::Estructura	Recursos
		Coste	Sistema::Estructura	Recursos

5.4.1.3. Características de la implementación técnica

Desde el punto de vista técnico la propuesta de modelado está basada en el uso de UML2 como lenguaje de modelado y de su extensión a través del mecanismo de los perfiles. A continuación, se detallan cuales son los pasos necesarios para el desarrollo de un perfil de UML2, los cuales han sido seguidos en el desarrollo de la Propuesta MDK y se describen con detalle en las siguientes secciones:

1. **Definición de los modelos y diagramas:** con la finalidad de estructurar la propuesta de modelado. Cada uno de los modelos puede estar formado por uno o varios diagramas. En la Figura 5.17 se puede observar los diferentes modelos y diagramas definidos en la Propuesta MDK, esta figura está descrita a nivel M2 de acuerdo con la arquitectura MOF definida por el OMG.

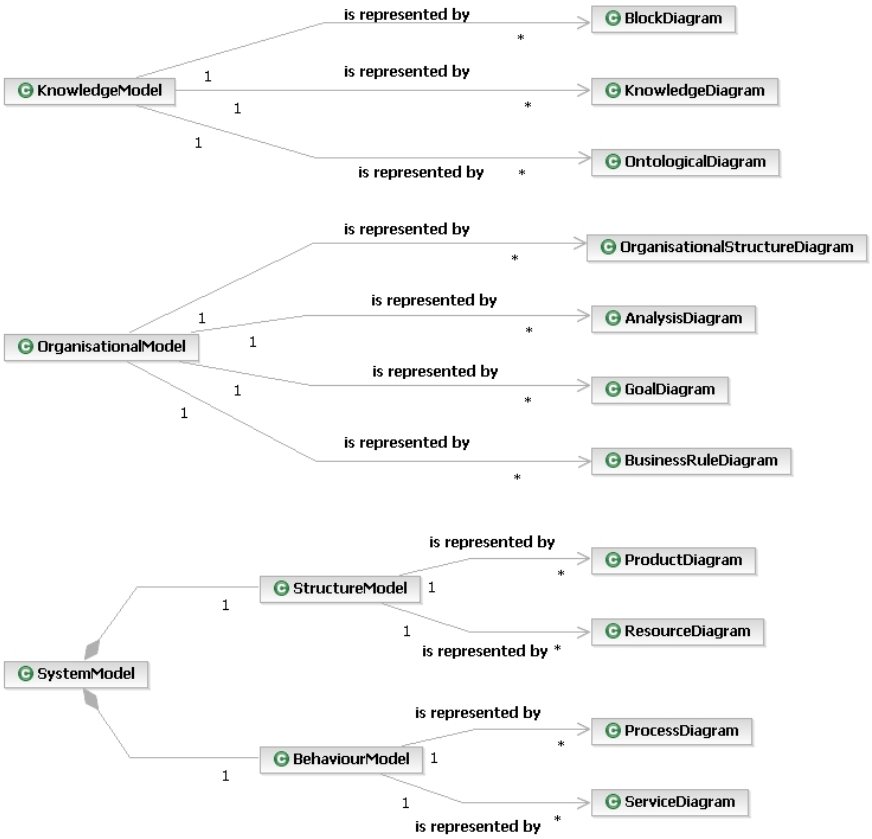

Figura 5.17: Estructura de modelos y diagramas definidos en la Propuesta MDK.

2. **Definición de los metamodelos:** un metamodelo es la representación conceptual de los elementos o constructores que luego van a poder ser utilizados para modelar, y suele estar expresado gráficamente mediante un Diagrama de Clases de UML, debiéndose definir sus constructores de forma precisa. Para una mejor comprensión del metamodelo puede presentarse mediante distintas vistas en las que se muestre por una parte su estructura y por otra la herencia entre clases. En este caso los metamodelos deben recoger a través de sus constructores los requisitos de modelado que luego serán implementados mediante los perfiles de UML. En el caso particular de la Propuesta MDK se han definido cuatro metamodelos para representar los requisitos de conocimiento anteriormente definidos mediante distintos constructores que permitirán obtener el Mapa de Conocimiento de una empresa:

   a) **Metamodelo de Conocimiento:** para representar los conceptos relacionados con el conocimiento según se han definido en la Metodología KM-IRIS, es decir, bloques conceptuales de conocimiento, conocimiento objetivo, fuentes de conocimiento, etc. Permite obtener el **'Modelo de Conocimiento'**.

   b) **Metamodelo de Organización:** permite desarrollar el **'Modelo de Organización'**, puesto que incluye los conceptos relacionados con la organización, es decir, su estructura de metas, organizativa, analítica y desde el punto de vista de las reglas de negocio que rigen la empresa.

   c) **Metamodelo de Estructura:** permite obtener el **'Modelo de Estructura'** y se utiliza para representar los productos y los recursos de la empresa, los cuales son elementos de tipo estructural que después van a formar parte del sistema informático transaccional de la empresa.

   d) **Metamodelo de Comportamiento:** permite llevar a cabo el **'Modelo de Comportamiento'**, puesto que describe los elementos de la empresa tales como procesos y servicios, los cuales formarán parte del sistema informático transaccional y permiten obtener la vista de comportamiento de este sistema.

3. **Definición de los perfiles:** para la definición de cada uno de ellos se han de llevar a cabo los siguientes pasos:

   - **Definición de los estereotipos, valores etiquetados y restricciones del perfil:** a partir del metamodelo desarrollado se eligen aquellos constructores necesarios para el modelado y se añaden al perfil como estereotipos o valores etiquetados del estereotipo correspondiente. De manera que se disponga de todos los constructores necesarios para llevar a cabo el modelado de los conceptos que se han definido a nivel conceptual

en el metamodelo. Finalmente, las limitaciones existentes para el uso de los estereotipos en el momento del modelado deben ser añadidas como restricciones del perfil que indiquen el tipo de combinaciones no válidas.

- **Extensión de las metaclases del Metamodelo de UML2:** para cada uno de los estereotipos añadidos al perfil se ha de especificar que metaclase/s del Metamodelo de UML2 extienden. Tanto el paso anterior como éste pueden ser mostrados mediante la representación gráfica del perfil, la cual debe incluir los estereotipos y valores etiquetados, así como las metaclases del Metamodelo de UML2 que son extendidas por cada estereotipo.
- **Descripción detallada del perfil:** indicando cual es la metaclase que extiende cada uno de los estereotipos creados, cuales son los principales valores etiquetados asociados, cual es la descripción del estereotipo y el icono que se le ha asociado, así como las posibles restricciones existentes.

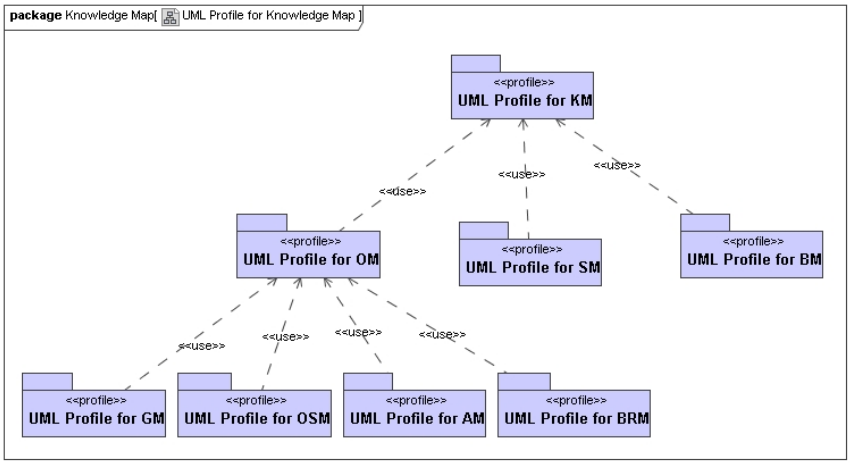

Figura 5.18: Estructura de perfiles definidos en la Propuesta MDK.

4. **Implementación de los perfiles:** mediante una herramienta de modelado de UML que ofrezca la posibilidad de implementar perfiles de UML y posteriormente aplicar éstos a cualquier modelo que se desee realizar. La Figura 5.18 y el Cuadro 5.32 presentan la estructura de los perfiles implementados y descritos con detalle en las siguientes secciones, con la finalidad de proporcionar una solución basada en UML que permita el modelado del conocimiento empresarial.

5. **Descripción detallada de los diagramas:** a partir de la definición de los perfiles se debe detallar cuales son los estereotipos del mismo que se pueden incluir en cada uno de los diagramas, junto con el icono seleccionado para su representación.

Cuadro 5.32: Perfiles de UML2 implementados en la Propuesta MDK.

Acrónimo	**Nombre completo**	**Uso**
UML Profile for KM	UML Profile for Knowledge Modelling	Modelar el conocimiento empresarial a nivel global y detallado siguiendo la Metodología KM-IRIS.
UML Profile for GM	UML Profile for Goal Modelling	Modelar los objetivos empresariales permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de METAS.
UML Profile for OSM	UML Profile for Organisational Structure Modelling	Modelar como se organiza la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.
UML Profile for AM	UML Profile for Analysis Modelling	Modelar la empresa desde diferentes puntos de vista para su análisis permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de ANÁLISIS.
UML Profile for BRM	UML Profile for Business Rules Modelling	Modelar las reglas de negocio de la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de REGLAS DE NEGOCIO.
UML Profile for SM	UML Profile for Structure Modelling	Modelar los productos y recursos de la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento PRODUCTO Y RECURSO.
UML Profile for BM	UML Profile for Behaviour Modelling	Modelar los procesos y servicios de la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento PROCESO y SERVICIO.

6. **Validación de los perfiles:** finalmente la corrección del perfil debe ser contrastada mediante su utilización en el modelado de casos reales. Para la validación del perfil desarrollado en la Propuesta MDK se ha realizado el Mapa del Conocimiento de una OTRI, tanto los modelos obtenidos como un resumen del estudio del caso se muestran en el Capítulo 6 de este trabajo de investigación.

Siguiendo esta metodología en las siguientes secciones se presentan para cada uno de los modelos anteriormente propuestos, el Diagrama de Clases del metamodelo correspondiente junto con la descripción de sus constructores, y el perfil o perfiles definidos mediante su representación gráfica y su descripción detallada en forma de cuadro. Finalmente, se indica cuales son los principales diagramas que se pueden llevar a cabo mediante el uso de estos perfiles, explicando cual es su objetivo, constructores del metamodelo que pueden ser utilizados y su icono correspondiente. Aunque el método para el desarrollo de un perfil aparece aquí descrito como lineal, en realidad el proceso para su obtención debe ser iterativo e incremental de forma análoga a la mayor parte de procesos de desarrollo de software orientado a objetos, como por ejemplo el Rational Unified Process (RUP) [112].

En lo referente a las herramientas utilizadas para la implementación de los perfiles a continuación detallados, se han utilizado dos de ellas con la finalidad de aprovechar al máximo las utilidades disponibles en el mercado en el momento de desarrollo de este trabajo de investigación:

- **IBM Rational Software Development Platform**[1]**:** esta herramienta se ha utilizado para definir los metamodelos necesarios para la posterior definición del perfil. Posteriormente, en ella se han importado los perfiles implementados mediante la herramienta MagicDraw, puesto que ésta permite su representación gráfica, cosa que el Rational no permite. La razón de la importación de los perfiles desde MagicDraw, es la de poderlos aplicar y evaluar en esta última herramienta, puesto que al funcionar sobre la Plataforma Eclipse [69] es posible obtener modelos que después pueden ser más fácilmente transformados utilizando herramientas de transformación de modelos que funcionan sobre Eclipse como Model Transformation Framework (MTF) [99] o Atlas Transformation Language (ATL) [14].

- **MagicDraw UML**[2]**:** mediante esta herramienta se han creado los perfiles que posteriormente se han exportado a la herramienta IBM Rational Software Development Platform, puesto que a la inversa no es posible con las versiones inferiores a la versión 'Standard Edition'. Como se ha comentado la principal razón de esta opción, es que MagicDraw permite una representación gráfica del perfil incluyendo las metaclases del Metamodelo de UML 2.0 que han sido extendidas mediante el perfil. Sin embargo, el perfil no se aplica en esta misma herramienta puesto que como se ha comentado anteriormente el Rational ofrece mejores posibilidades de conexión con herramientas de transformación de modelos, lo cual es uno de los objetivos de la Propuesta MDK.

5.4.1.4. Prototipos del Mapa de Conocimiento

En esta sección se presentan dos de los diagramas que formarían parte del Mapa de Conocimiento de una empresa, realizados como prototipos antes de la implementación de los perfiles de UML2 para el modelado del conocimiento empresarial. En la Figura 5.19 se puede observar el **'Diagrama de Bloques'** el cual muestra a modo de modelo de referencia cuales son los bloques conceptuales de conocimiento descritos en la Sección 5.2 y 5.3 tipo que se podrían definir en una empresa de referencia.

En la Figura 5.20, se pueden observar dos vistas de detalle, también a modo de modelo de referencia, las cuales proporcionan el **'Diagrama Ontológico'** representando una parte del conocimiento objetivo para el bloque de ORGANIZACIÓN y para el de EMPLEADO.

[1]En el momento de realización de la tesis la versión disponible y utilizada ha sido la 6.0.1 [98].
[2]En el momento de realización de la tesis la versión disponible y utilizada ha sido la 12.0 [147].

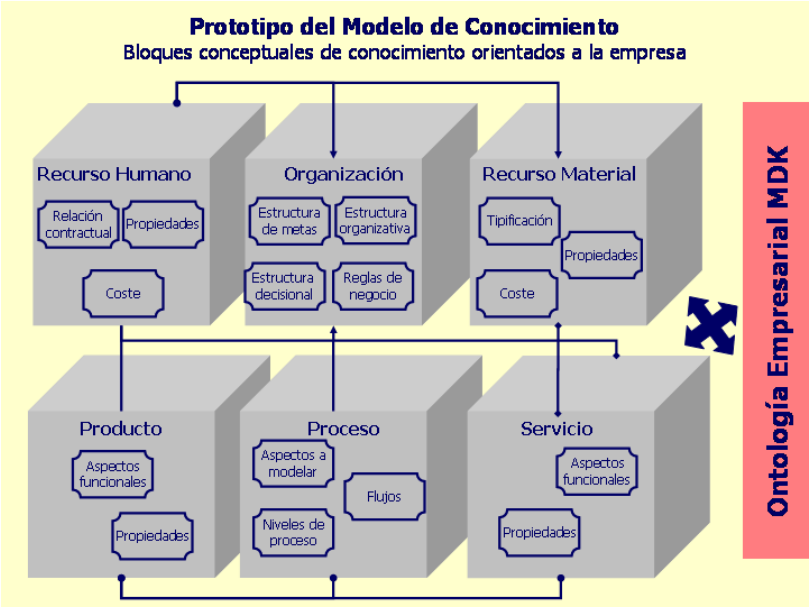

Figura 5.19: 'Diagrama de Bloques' mostrando los bloques conceptuales orientados a la empresa.

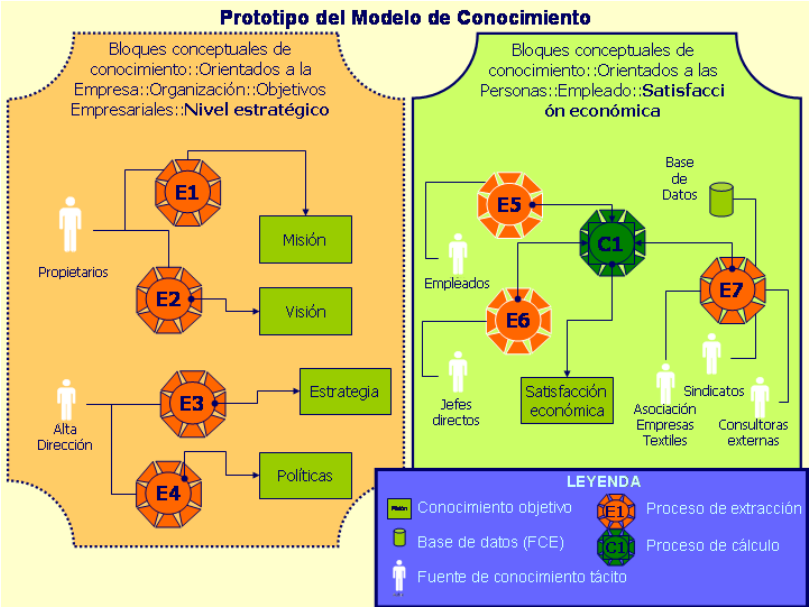

Figura 5.20: 'Diagrama Ontológico' mostrando dos vistas de detalle.

5.4.2. Modelo de Conocimiento

La propuesta para el modelado del conocimiento empresarial siguiendo un enfoque dirigido por modelos, define en primer lugar un modelo denominado **'Modelo de Conocimiento'**. Este modelo se encuentra en el nivel superior del CIM y tiene por objetivo presentar una visión holística de la empresa desde el punto de vista del conocimiento. Para ello el modelo representa cuales son los bloques conceptuales de conocimiento definidos en la empresa, cual es el conocimiento objetivo identificado en cada uno de ellos, las categorías y subcategorías ontológicas en las cuales se agrupa, y cuales son las variables, fuentes y procedimientos que se utilizan para su extracción y cálculo. Este modelo se debe llevar a cabo en primer lugar, puesto que se sitúa en el nivel superior del modelo CIM y debe servir para que la empresa sea capaz de definir cuales son sus necesidades y objetivos en relación con el conocimiento empresarial y su posterior gestión a través de un sistema informático. A continuación, se presenta el metamodelo y el perfil de UML2 desarrollados que permiten llevar a cabo el modelado del conocimiento empresarial mediante la realización de tres tipos de diagramas: **'Diagrama de Bloques'**, **'Diagrama Ontológico'** y **'Diagrama de Conocimiento'**.

5.4.2.1. Metamodelo de Conocimiento

En la Figura 5.21, se puede observar el metamodelo desarrollado para representar el conocimiento empresarial, el cual ha sido definido a partir de los resultados obtenidos en las fases I y II de la Metodología KM-IRIS, presentados en la Sección 5.2 y 5.3 respectivamente. Los constructores que forman parte de este metamodelo son los siguientes:

- **KnowledgeBlock:** representa cada uno de los bloques conceptuales de conocimiento definidos en la empresa, los cuales son una agrupación a nivel conceptual del conocimiento del mismo tipo que existe en una determinada área de la empresa, y sobre la cual la empresa desea fundamentar su mapa de conocimiento y posterior sistema de gestión del conocimiento. Estos bloques se clasifican en: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO, SERVICIO, RECURSO, PROPIETARIO, PROVEEDOR, CLIENTE, EMPLEADO, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO. Los bloques de conocimiento están relacionados entre sí de forma que unos están basados en otros y por lo tanto se establecen entre ellos relaciones de dependencia. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
    - **type:** especifica la pertenencia a una de las categorías definidas en la

enumeración **'KnowledgeBlockType'**: organisation, process, product, service, resource, owner, supplier, customer, employee, government o environment.

- **priority:** especifica el nivel de importancia que la empresa otorga a un bloque conceptual de conocimiento en vistas a su futura implementación en el sistema de gestión del conocimiento.

- **OntologicalCategory:** representa la categorización interna que se puede establecer para cada uno de los bloques conceptuales, la cual permite clasificar el conocimiento objetivo de un mismo bloque en diferentes categorías ontológicas, que se dividen en otras subcategorías y así sucesivamente. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **isLeaf:** atributo derivado que indica si una categoría es hoja del árbol ontológico, es decir, cuando este atributo es igual a 'true' se está indicando que la categoría ontológica ya no posee ninguna categoría hijo que dependa de ella.

- **TargetKnowledge:** representa el conocimiento que se desea gestionar en la empresa y por lo tanto en esta etapa representar o modelar, es el conocimiento que la empresa tiene por objetivo explicitar mediante su sistema de gestión del conocimiento. El conocimiento objetivo a su vez está compuesto de tres formas de conocimiento: el cognitivo, el procedural y el actitudinal. La relación entre estas tres formas de conocimiento y el conocimiento objetivo es de composición y no de agregación, puesto que por ejemplo cada conocimiento objetivo posee una definición única. El conocimiento objetivo puede ser una variable de entrada para el cálculo de otro tipo de conocimiento objetivo como se describe posteriormente en el constructor **InputVariable**, pero además es posible que se establezcan otras relaciones de dependencia entre conocimientos objetivos de distinto tipo de forma que unos estén basados en otros.

- **InstanceKnowledge:** representa las posibles instancias que se pueden definir para un determinado conocimiento objetivo, y sirve para proporcionar una ilustración o ejemplo del conocimiento objetivo modelado.

- **Concept:** representa el primer componente del conocimiento objetivo, el cual sirve para establecer una definición del conocimiento objetivo, indicando cual es la descripción asociada a ese conocimiento desde el punto de vista cognitivo, con la finalidad de mostrar la idea o noción básica que reside en él.

- **Procedure:** representa el segundo componente del conocimiento objetivo, el cual sirve para definir cuales son las acciones, procesos y técnicas que es

necesario aprender en relación con ese conocimiento. Por lo tanto, se utiliza para representar el conocimiento de tipo procedural.

- **Attitude:** representa el tercer componente del conocimiento objetivo que puede identificarse y permite representar el conocimiento de tipo actitudinal.

- **ExtractionProcedure:** representa el primer paso para el procedimiento de obtención del conocimiento objetivo, mediante el cual se extraen las variables de entradas necesarias para su obtención. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **type:** especifica la pertenencia a una de las categorías definidas en la enumeración **'ExtractionProcedureType'**: interview, search o etl.

- **CalculationProcedure:** representa el segundo paso del procedimiento de obtención del conocimiento objetivo, en el cual mediante la aplicación de distintas técnicas de cálculo o procesamiento de la información se obtiene el conocimiento empresarial a partir de las variables de entrada obtenidas mediante los procedimientos de extracción. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **type:** especifica la pertenencia a una de las categorías definidas en la enumeración **'CalculationProcedureType'**: mathematicCalculation, oltp, olap, dataMining o presentation.

- **InputVariable:** representa las entradas necesarias a partir de los cuales se puede obtener el conocimiento objetivo con la finalidad de sistematizarlo. Estos inputs o variables de entrada pueden ser explícitas o tácitas dependiendo de su origen, incluyéndose entre ellos el propio conocimiento objetivo. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **type:** especifica la clase a la que pertenece la variable de entrada de entre las definidas en la enumeración **'InputVariableType'**: explicit o tacit.

- ***KnowledgeSource*:** representa el origen a partir del cual se pueden obtener las variables que servirán para la extracción y/o el cálculo del conocimiento objetivo. Es una clase abstracta, es decir, no puede instanciarse, y lo hace siempre en uno de sus dos subclases, las cuales representan las fuentes de conocimiento explícitas y tácitas.

- **ExplicitSource:** representa las fuentes de conocimiento explícitas a partir de las cuales es posible extraer conocimiento. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

- **type:** especifica la pertenencia a una de las clases definidas en la enumeración **'ExplicitSourceType'**: dataBase, dataWarehouse, documentBase, externalDataBase, documents, bibliography, models, manuals o internet.
- **location:** indica cual es la ubicación física de la fuente de conocimiento.

- **TacitSource:** representa las fuentes de conocimiento tácitas que pueden proporcionar el conocimiento que poseen. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **type:** especifica la categoría asociada a la fuente de conocimiento tácita de entre las definidas en la enumeración **'TacitSourceType'**: owner, employee, administration, union, customer, supplier, carrier, finalCustomer, competitor o salesman.

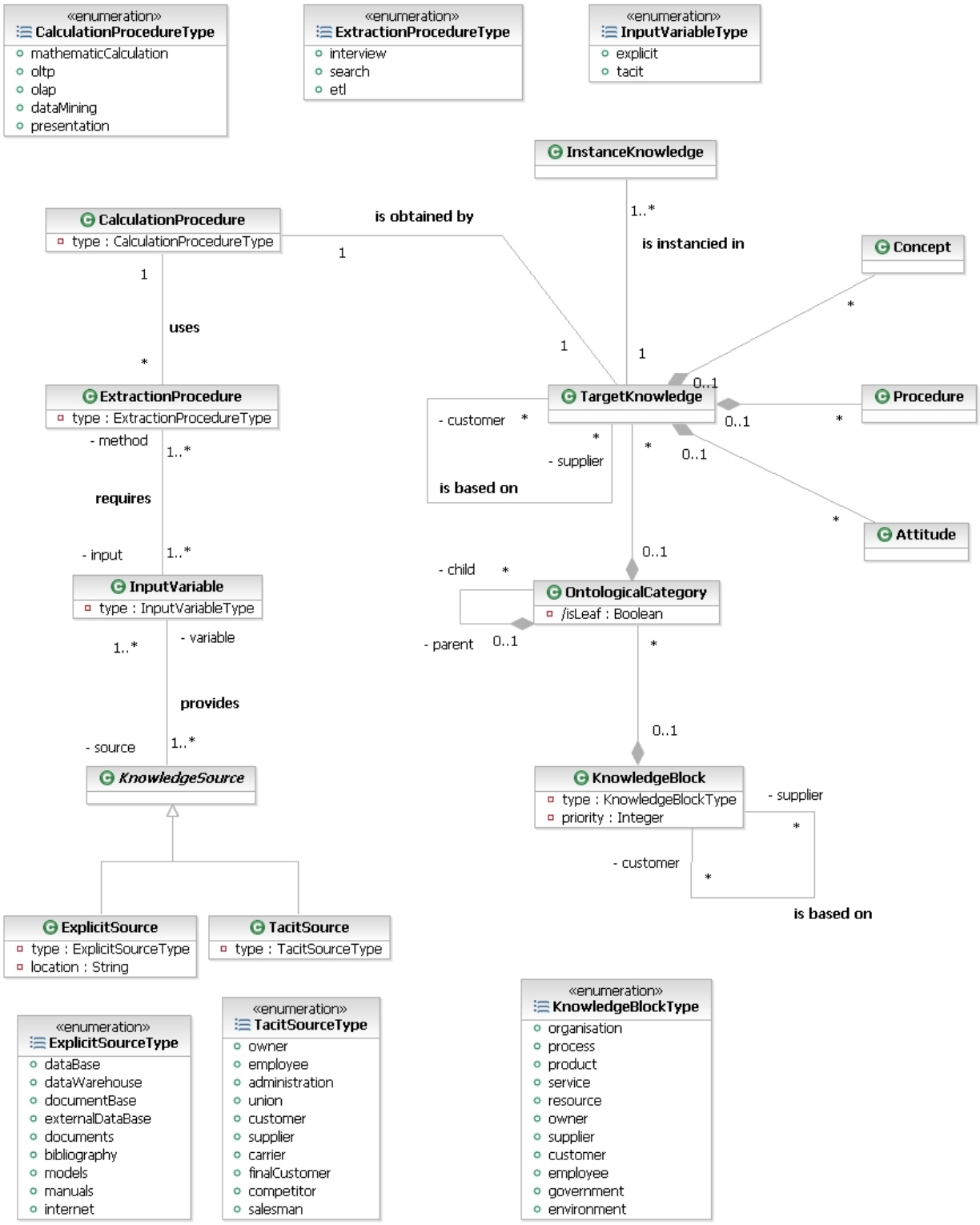

Figura 5.21: Metamodelo para la representación del conocimiento empresarial.

En la Figura 5.21, se ha presentado cuales son los principales constructores del metamodelo desarrollado para representar el conocimiento empresarial, así como las relaciones existentes entre ellos, y los atributos y enumeraciones definidas. En la Figura 5.22, se muestra este mismo metamodelo desde el punto de vista de la herencia entre constructores, con la finalidad de clarificar cuales son las principales relaciones de generalización existentes en el metamodelo, así como entre los constructores del metamodelo y otros del Metamodelo de UML2. Ambas vistas podrían ser presentadas en un mismo gráfico, pero en esta ocasión se han separado en dos con la finalidad de hacer más comprensible el metamodelo. En la Figura 5.22 se pueden observar los siguientes constructores del Metamodelo de UML2, más tres nuevos constructores del Metamodelo de Conocimiento:

- **Constructores del Metamodelo de UML2:** como por ejemplo ***NamedElement***, que es una clase abstracta del *Kernel* del Metamodelo de UML2, la cual es utilizada para que el resto de clases de los metamodelos desarrollados hereden los atributos **nombre**, **visibility** y **qualifiedName**. Además, se muestran los siguientes constructores: ***PackageableElement***, ***InstanceSpecification***, ***RedefinableElement***, ***Feature*** y ***BehavioralFeature*** (se puede encontrar una descripción detallada de los mismos en [159]).
- **Constructores del Metamodelo de Conocimiento:** se describen a continuación los constructores que aparecen en la Figura 5.22, y no lo hacían en la Figura 5.21, y por lo tanto no habían sido descritos con anterioridad:
  - ***KnowledgeObject*:** representa cualquiera de los elementos estructurales de conocimiento que se han definido en la Metodología KM-IRIS para definir el marco conceptual que permite representar el mapa de conocimiento de una empresa. Se trata de una clase abstracta que no puede ser instanciada.
  - ***KnowledgeProcedure*:** representa cualquiera de los elementos de comportamiento definidos en la Metodología KM-IRIS para la obtención del conocimiento empresarial. Se trata también de una clase abstracta que no puede ser instanciada.
  - **InstanceKnowledgeElement:** representa cualquiera instancia de uno de los elementos de conocimiento modelados según la Metodología KM-IRIS, es decir un ***KnowledgeObject*** o un ***KnowledgeProcedure***.

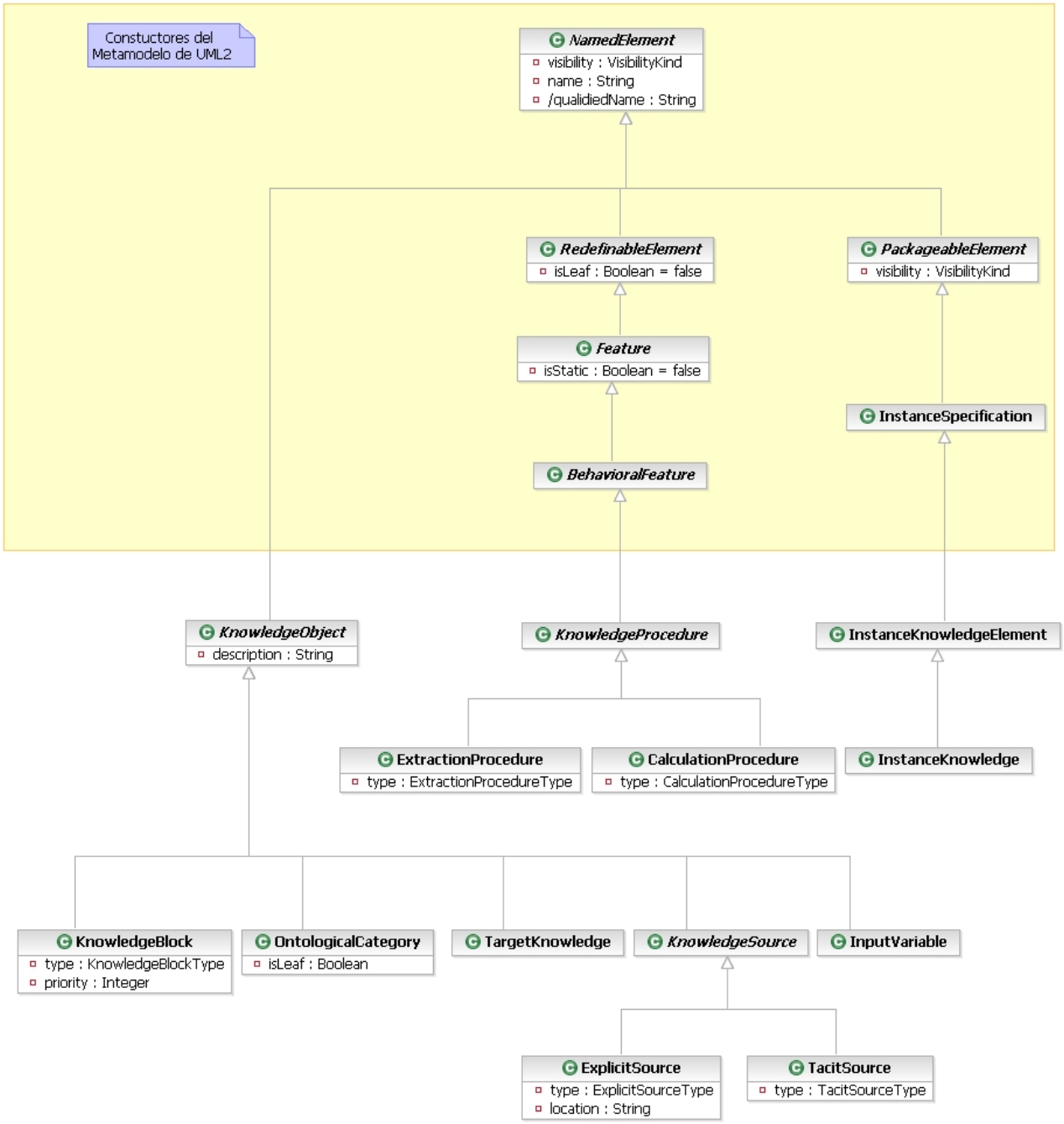

Figura 5.22: Herencia en el Metamodelo de Conocimiento.

5.4.2.2. 'UML Profile for KM'

A continuación, se describe el perfil de UML2 definido para implementar el metamodelo anteriormente definido para la representación del conocimiento empresarial. Este perfil se ha denominado **'UML Profile for KM'** (Perfil de UML para el Modelado de Conocimiento). En la Figura 5.23, se puede observar el diagrama del perfil en el cual se muestran los estereotipos definidos a partir de los constructores del metamodelo del conocimiento y las correspondientes metaclases del Metamodelo de UML2 que extienden.

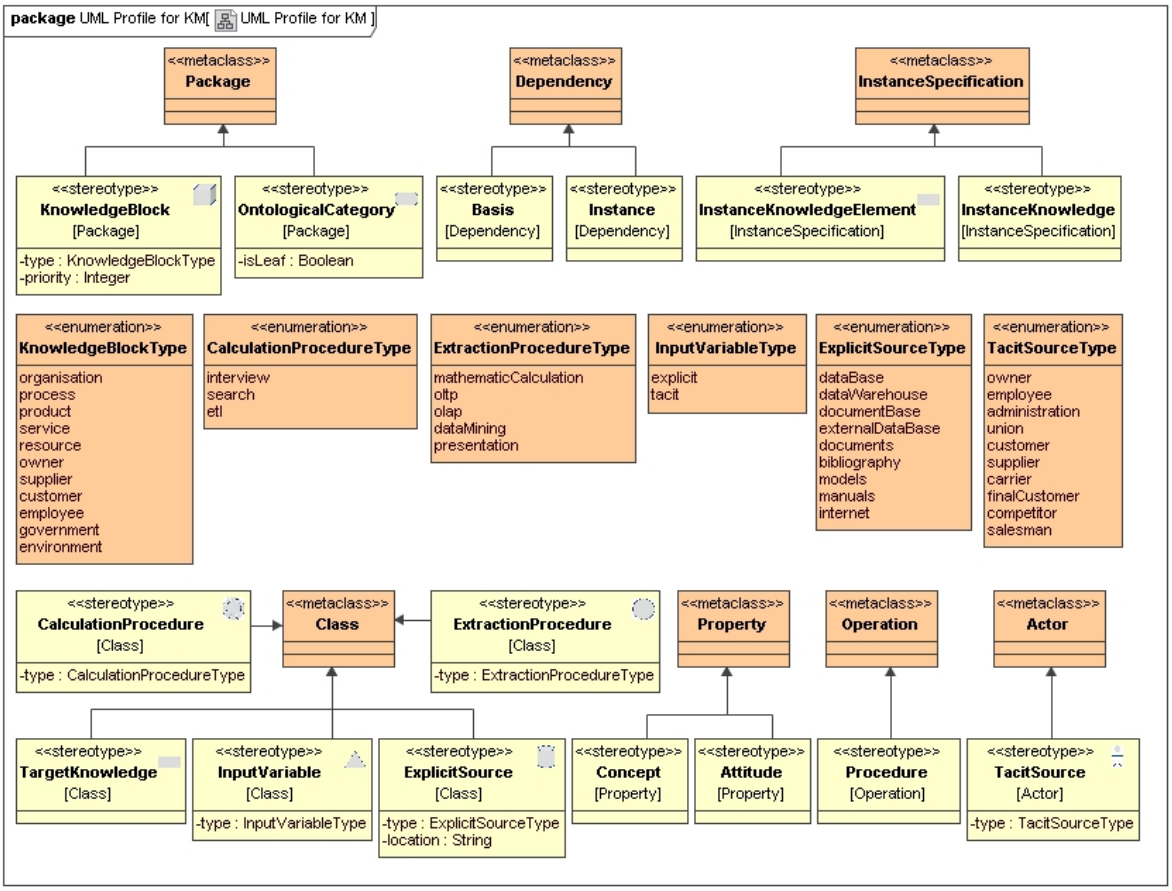

Figura 5.23: Diagrama del 'UML Profile for KM'.

A continuación, se establecen algunas consideraciones sobre la definición del perfil, puesto que como se puede observar no es necesario que exista una correspondencia uno a uno entre los constructores del metamodelo y los estereotipos del perfil. El metamodelo es una representación conceptual de los elementos que debe tener el

nuevo lenguaje de modelado, siendo totalmente independiente de cualquier tipo de implementación que posteriormente se pueda realizar del mismo. Sin embargo, la definición del perfil supone la implementación de ese metamodelo en un determinado lenguaje con unas determinadas reglas sintácticas y semánticas, por lo tanto no siempre es necesario establecer una correspondencia uno a uno. Existen elementos que es necesario representar a nivel conceptual para tener una mejor comprensión del lenguaje que se ha definido, pero que después en su implementación como perfil de UML2 no es necesario definir como estereotipos. Siguiendo esta línea, a continuación se comentan las principales peculiaridades tenidas en cuenta a la hora de definir este perfil, obviando otras de fácil comprensión como pudiera ser por ejemplo la definición del estereotipo **TargetKnowledge** que extiende la metaclase de UML2, **Class**, a partir del constructor del mismo nombre que aparece en el metamodelo.

- En el metamodelo la clase **OntologicalCategory** tienen un atributo denominado **isLeaf** para indicar si se trata de hojas en la jerarquía ontológica. Este atributo no sería necesario añadirlo en el perfil en el caso de que el estereotipo extendiera la metaclase **Class**, que es una subclase de **RedefinableElement** y por tanto heredaría el atributo **isLeaf** que posee la clase **RedefinableElement**. Sin embargo, el estereotipo **OntologicalCategory** extiende la metaclase **Package**, la cual no es subclase de **RedefinableElement**, con lo cual no posee este atributo y es necesario añadirlo al perfil.

- **KnowledgeSource** en el metamodelo posee dos subclases, **ExplicitSource** y **TacitSource**, por lo tanto en el perfil se hubiera podido añadir como estereotipo abstracto con la finalidad de que fuera una superclase de los estereotipos **ExplicitSource** y **TacitSource**, y ambos pudieran heredar sus valores etiquetados. Sin embargo, **KnowledgeSource** no se ha añadido como estereotipo abstracto, puesto que en este caso no existe ningún atributo que precise ser añadido como valor etiquetado. Además, sus dos subclases en el metamodelo, **ExplicitSource** y **TacitSource**, extienden como se puede apreciar en el perfil metaclases de UML2 distintas.

- **Concept** y **Attitude** extienden **Property** puesto que son características que forman parte del conocimiento objetivo desde un punto de vista estructural, mientras que **Procedure** extiende **Operation** puesto que representa el comportamiento que es necesario aprender sobre un determinado conocimiento.

- **Basis** se ha añadido como un estereotipo que extiende **Dependency** para poder modelar la relación reflexiva que existe en el metamodelo para las clases **KnowledgeBlock**, **OntologicalCategory** y **TargetKnowledge**, y también la relación entre **KnowledgeBlock** y **OntologicalCategory** y entre **OntologicalCategory** y **TargetKnowledge**, de forma que se puedan

representar las correspondientes interconexiones, por ejemplo, entre los bloques conceptuales de conocimiento, entre las categorías ontológicas, las existentes entre conocimientos objetivo, etc.

- **Instance** se ha añadido como otro estereotipo que extiende **Dependency** para poder modelar la relación que existe entre el conocimiento objetivo y sus instancias. Puesto que el estereotipo **TargetKnowledge** extiende la metaclase **Class**, y el estereotipo **InstanceKnowledge** la metaclase **InstanceSpecification**, ambos elementos solo pueden ser unidos mediante una relación de dependencia, la cual en este caso se ha estereotipado para representar una de las principales características del marco conceptual definido en la Metodología KM-IRIS como es la instanciación del conocimiento objetivo.

En el Cuadro 5.33, 5.34 y 5.35, se puede observar la definición detallada del **'UML Profile for KM'** que permite la obtención del **'Modelo de Conocimiento'**.

Cuadro 5.33: Descripción del 'UML Profile for KM' para el 'Modelo de Conocimiento' (I).

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**KnowledgeBlock**»	Package		Representa los bloques conceptuales de conocimiento
		type	Values = organisation OR process OR product OR service OR resource OR owner OR supplier OR customer OR employee OR government OR environment
		priority	Representa la importancia que posee el bloque conceptual para la empresa como fundamento del sistema de gestión del conocimiento
«**Basis**»	Dependency		Representa la interconexión que puede existir entre dos bloques conceptuales de conocimiento, entre dos categorías ontológicas, entre dos tipos de conocimiento objetivo, entre un bloque y una categoría ontológica, o entre una categoría ontológica y un conocimiento objetivo específico. Esta interconexión indica que el conocimiento del elemento 'cliente' de la relación está basado y depende del definido en el elemento 'proveedor' de la misma
«**OntologicalCategory**»	Package		Representa la clasificación ontológica que se puede realizar del conocimiento de cada bloque
		isLeaf	Indica si la categoría ontológica es una hoja final en el árbol ontológico. Values = true OR false

Cuadro 5.34: Descripción del 'UML Profile for KM' para el 'Modelo de Conocimiento' (II).

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**TargetKnowledge**»	Class		Representa el conocimiento que la empresa tiene por objetivo gestionar a través de su sistema de gestión del conocimiento
«**InstanceKnowledge**»	InstanceSpecification		Representa las instancias del conocimiento objetivo que la empresa posee
«**InstanceKnowledgeElement**»	InstanceSpecification		Representa las instancias de cualquiera de los elementos de tipo ***KnowledgeObject*** o ***KnowledgeProcedure***
«**Instance**»	Dependency		Representa la relación de dependencia que existe entre el conocimiento objetivo y sus instancias
«**Concept**»	Property		Representa el componente del conocimiento objetivo de tipo cognitivo que sirve para especifica la descripción de la idea o noción que representa el conocimiento
«**Procedure**»	Operation		Representa el componente del conocimiento objetivo de tipo procedural
«**Attitude**»	Property		Representa el componente del conocimiento objetivo de tipo actitudinal
«**ExtractionProcedure**»	Class		Representa el procedimiento de extracción que se usa para obtener las variables de entrada que permitirán procesar el conocimiento objetivo
		type	Values = mathematicCalcultaion OR oltp OR olap OR dataMining OR presentation
«**CalculationProcedure**»	Class		Representa los procedimientos que se usan para calcular o procesar las variables de entrada extraídas mediante los procedimientos de extracción con la finalidad de obtener el conocimiento objetivo
		type	Values = interview OR search OR etl

Cuadro 5.35: Descripción del 'UML Profile for KM' para el 'Modelo de Conocimiento' (III).

Stereotype	UML Constructor	Tagged Value	Description
«**InputVariable**»	Class		Representa los inputs necesarios para el cálculo o extracción del conocimiento objetivo
		type	Values = explicit OR tacit
«**ExplicitSource**»	Class		Representa el origen explícito desde el cual se pueden obtener las variables de entrada para llevar a cabo el procedimiento de extracción del conocimiento objetivo
		type	Values = dataBase OR dataWarehouse OR documentBase OR externalDataBase OR documents OR bibliography OR models OR manuals OR internet
		location	Representa la ubicación física de los orígenes de conocimiento explícitos
«**TacitSource**»	Actor		Representa el origen tácito que puede proporcionar las variables de entrada para llevar a cabo el procedimiento de extracción del conocimiento objetivo
		type	Values = owner OR employee OR administration OR union OR customer OR supplier OR carrier OR finalCustomer OR competitor OR salesman

5.4.2.3. Diagrama de Bloques

El **'Diagrama de Bloques**' forma parte del **'Modelo de Conocimiento'**, primero de los modelos que se puede obtener al aplicar la Propuesta MDK para la obtención del mapa de conocimiento empresarial. En particular, mediante este diagrama una empresa puede modelar su conocimiento empresarial desde un punto de vista global, representando a este nivel cuales son los bloques conceptuales de conocimiento definidos, incluyendo sus principales categorías y subcategorías ontológicas, conocimiento objetivo identificado en cada una de ellas, así como sus instancias e interconexiones existentes a nivel de bloques y de conocimiento objetivo. Los principales estereotipos del **'UML Profile for KM'** (ver Sección 5.4.2.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.36, junto con su icono específico.

Cuadro 5.36: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Bloques'.

Estereotipo	**Elemento a modelar**	**Icono**
«**KnowledgeBlock**»	Bloque conceptual de conocimiento	
«**OntologicalCategory**»	Categoría ontológica	
«**TargetKnowledge**»	Conocimiento ontológico	
«**InstanceKnowledge**»	Instancias del conocimiento objetivo	
«**Basis**»	Relaciones de dependencia entre bloques conceptuales de conocimiento, entre categorías ontológica, entre conocimiento objetivo, entre bloques conceptuales y categorías ontológicas, y entre categorías ontológicas y conocimiento objetivo	«**Basis**»
«**Instance**»	Relaciones de dependencia entre el conocimiento objetivo y sus instancias	«**Instance**»

En la Figura 5.24 se muestra un ejemplo de **'Diagrama de Bloques'**. El ejemplo muestra cuales serían los bloques conceptuales de conocimiento para el caso de un empresa de auditoría contable de tamaño pequeño: ADMINISTRACIÓN, PROCESO, SERVICIO y CLIENTE.

Además, en el diagrama se ha utilizado el estereotipo «**Basis**» para estereotipar las dependencias de UML2 que se pueden dibujar entre paquetes, y así representar la interconexión que existe entre los diversos bloques conceptuales de conocimiento definidos, puesto que estos últimos son una extensión de la metaclase **Package**.

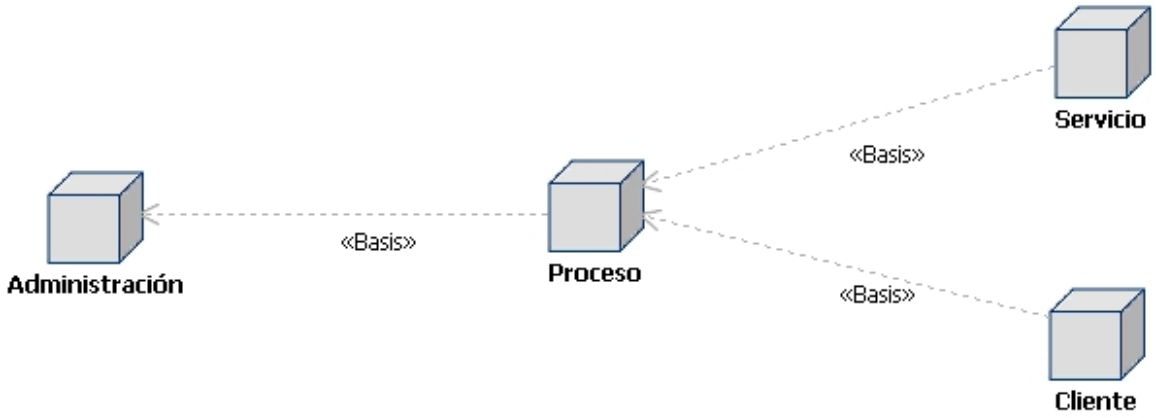

Figura 5.24: Ejemplo de 'Diagrama de Bloques' para el caso de una auditoría.

En el 'Diagrama de Bloques' mostrado en la Figura 5.25 aparece el detalle de las categorías ontológicas definidas para el bloque SERVICIO, así como un ejemplo del conocimiento objetivo y de sus instancias en la categoría de **Calidad**.

En este caso también se han representado las relaciones de base existentes entre el conocimiento objetivo mediante dependencias de UML2 estereotipadas con el estereotipo «**Basis**». Un ejemplo completo de la aplicación de este diagrama y de los siguientes en un caso real se puede encontrar en el Capítulo 6 de este trabajo de investigación.

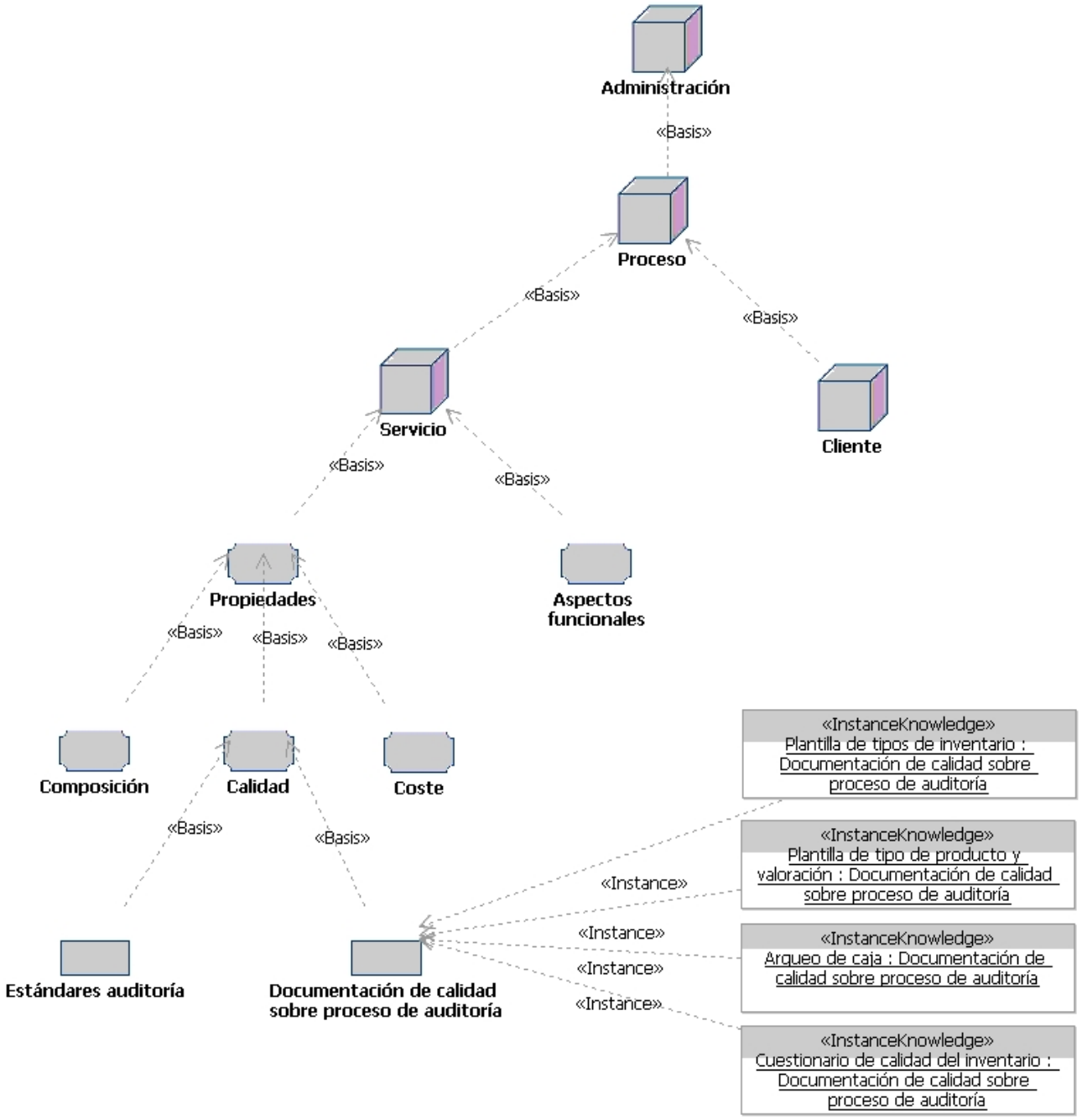

Figura 5.25: Ejemplo de 'Diagrama de Bloques' detallado para el caso de una auditoría.

5.4.2.4. Diagrama Ontológico

El **'Diagrama Ontológico'** forma parte también del **'Modelo de Conocimiento'** y sirve para proporcionar la visión detallada de como es posible obtener el conocimiento objetivo definido en la empresa para cada uno de sus bloques conceptuales de conocimiento representados mediante el 'Diagrama de Bloques'. Por lo tanto, el 'Diagrama Ontológico' permite representar el conocimiento objetivo definido para una determinada categoría ontológica junto con las variables y procedimientos utilizados en su extracción o cálculo. Los principales estereotipos del **'UML Profile for KM'** (ver Sección 5.4.2.2), que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama, se muestran junto con su icono específico en el Cuadro 5.37.

En el Cuadro 5.37 aparecen los siguientes estereotipos, «**Concept**», «**Procedure**» y «**Attitude**», que se pueden utilizar en este diagrama como componentes que forman parte del conocimiento objetivo. Como puede apreciarse en el **'UML Profile for KM'** estos estereotipos extienden la metaclase **Property** en el caso de los dos primeros, y la metaclase **Operation** en el caso del último, con lo cual no tienen un icono específico si no que forman parte como propiedades y operaciones respectivamente de la clase estereotipada como **TargetKnowledge**.

En la Figura 5.26 se muestra un ejemplo de **'Diagrama Ontológico'** en el cual se puede observar para el bloque conceptual **SERVICIO** en su categoría ontológica **'Calidad'** cual sería el conocimiento objetivo de una empresa de auditoría de tamaño pequeño. En este diagrama se puede apreciar como los dos conocimientos objetivos representados aparecen en su forma agregada en el caso **'Documentación de calidad sobre proceso de auditoría'**, y en su forma detallada en el caso de **'Estándares auditoría'** mostrando en detalle sus componentes: conceptos, procedimientos y actitudes.

Cuadro 5.37: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama Ontológico'.

Estereotipo	**Elemento a modelar**	**Icono**
«**TargetKnowledge**»	Conocimiento objetivo	
«**ExtractionProcedure**»	Procedimiento de extracción	
«**CalculationProcedure**»	Procedimiento de cálculo	
«**InputVariable**»	Variable de entrada	
«**ExplicitSource**»	Fuente de conocimiento explícita	
«**TacitSource**»	Fuente de conocimiento tácita	
«**Concept**»	Definiciones asociadas al conocimiento objetivo	«**Concept**»
«**Procedure**»	Procedimientos asociados al conocimiento objetivo	«**Procedure**»
«**Attitude**»	Actitudes asociada al conocimiento objetivo	«**Attitude**»

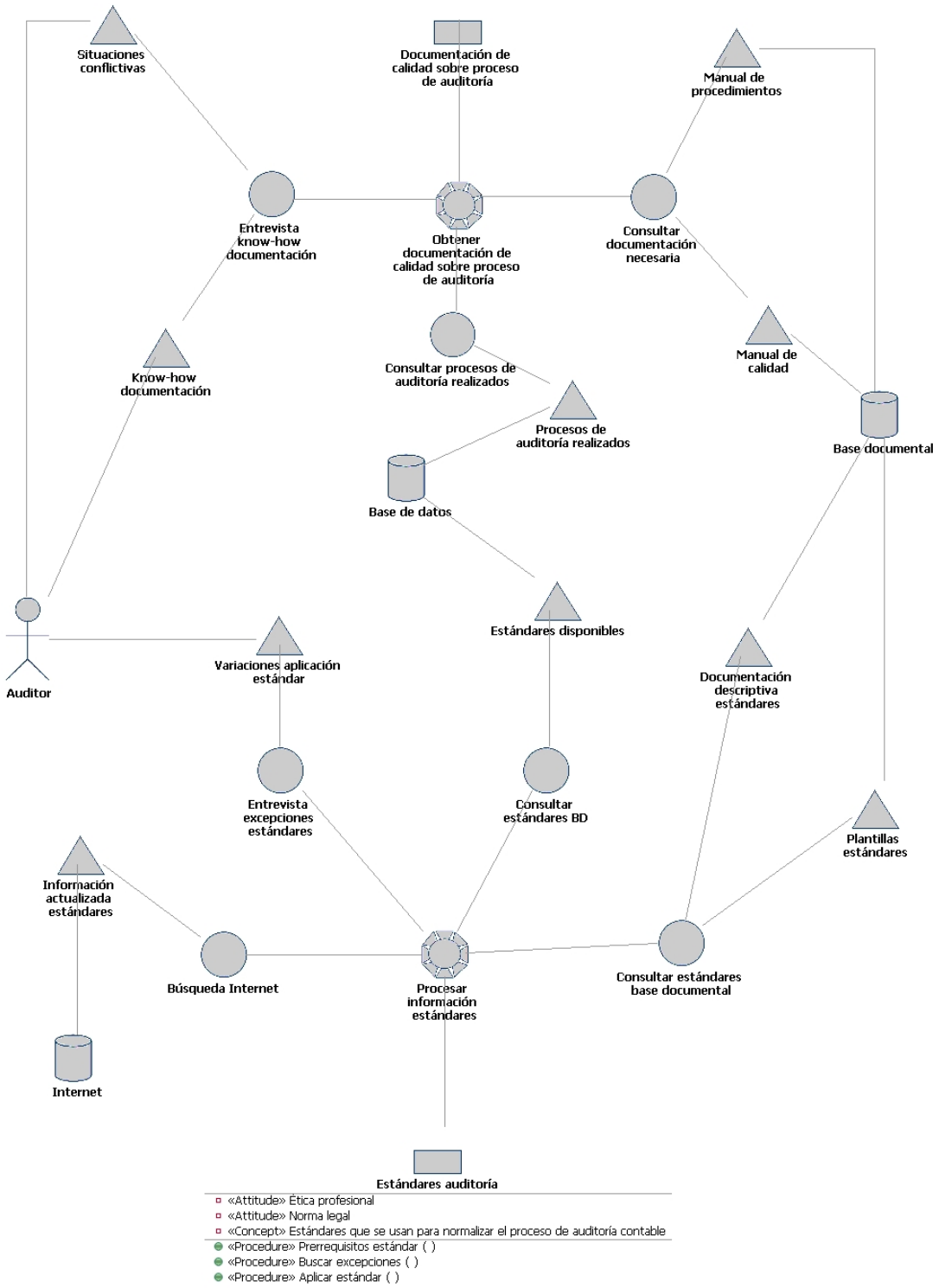

Figura 5.26: Ejemplo de 'Diagrama Ontológico' para el caso de una auditoría (I).

5.4.2.5. Diagrama de Conocimiento

El **'Diagrama de Conocimiento'** es el último de los tres tipos de diagramas que forman parte del **'Modelo de Conocimiento'** de acuerdo con la Propuesta MDK. Este diagrama permite ampliar la visión detallada del 'Diagrama Ontológico', puesto que permite la instanciación del conocimiento objetivo en él representado, así como de los otros objetos y procedimientos de conocimiento.

Los principales estereotipos del **'UML Profile for KM'** (ver Sección 5.4.2.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.38, junto con su icono específico.

Cuadro 5.38: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Conocimiento'.

Estereotipo	Elemento a modelar	Icono
«**InstanceKnowledge**»	Instancias del conocimiento objetivo	
«**InstanceKnowledgeElement**»	Instancias de cualquier objeto o procedimiento de conocimiento	

La Figura 5.27 presenta el mismo **'Diagrama Ontológico'** de la Figura 5.26 mostrando sombreada en amarillo la parte de conocimiento objetivo que se ha instanciado en el **'Diagrama de Conocimiento'** de la Figura 5.28. En concreto se ha instanciado el conocimiento objetivo **'Documentación de calidad sobre proceso de auditoría'**.

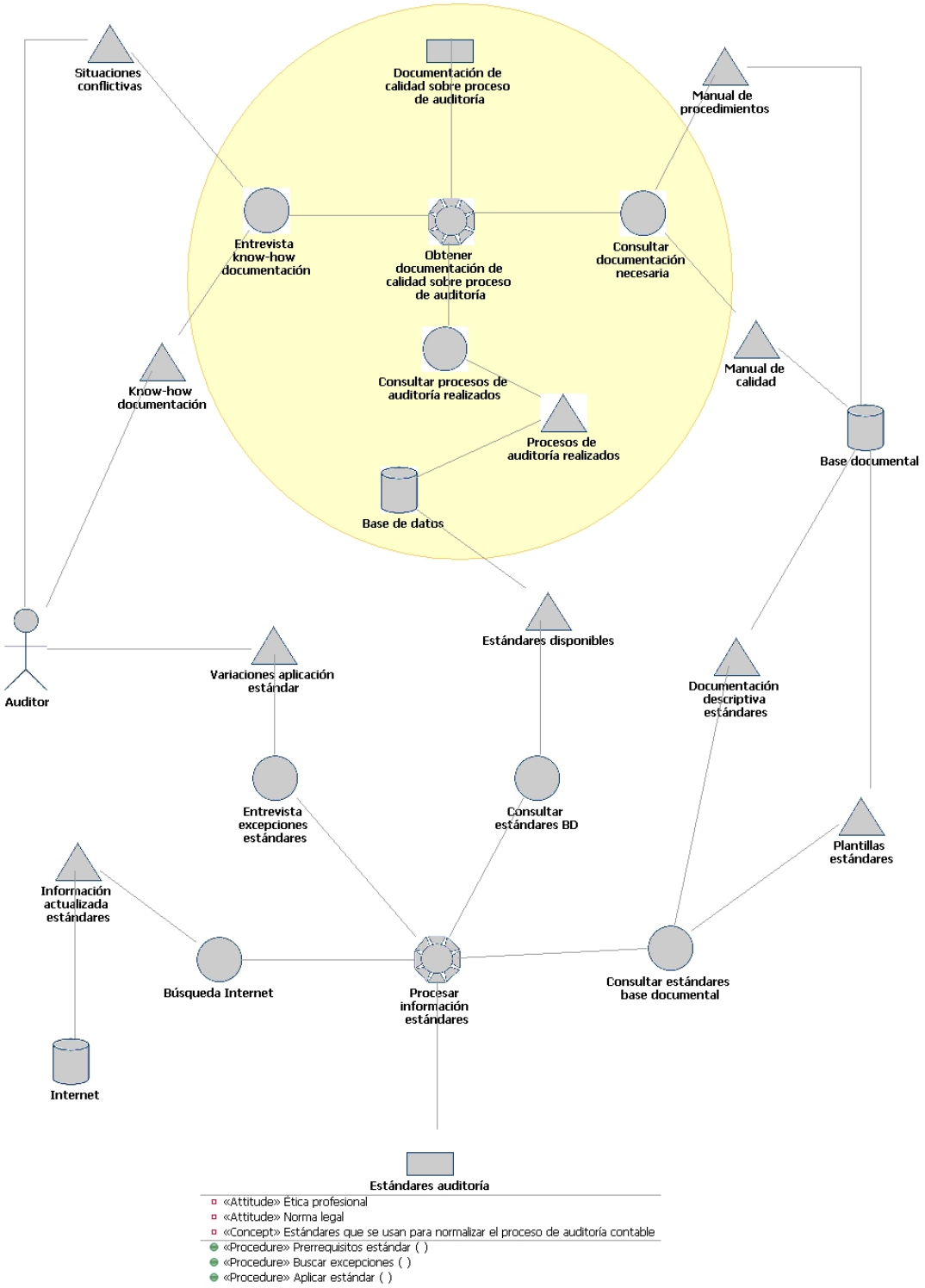

Figura 5.27: Ejemplo de 'Diagrama Ontológico' para el caso de una auditoría (II).

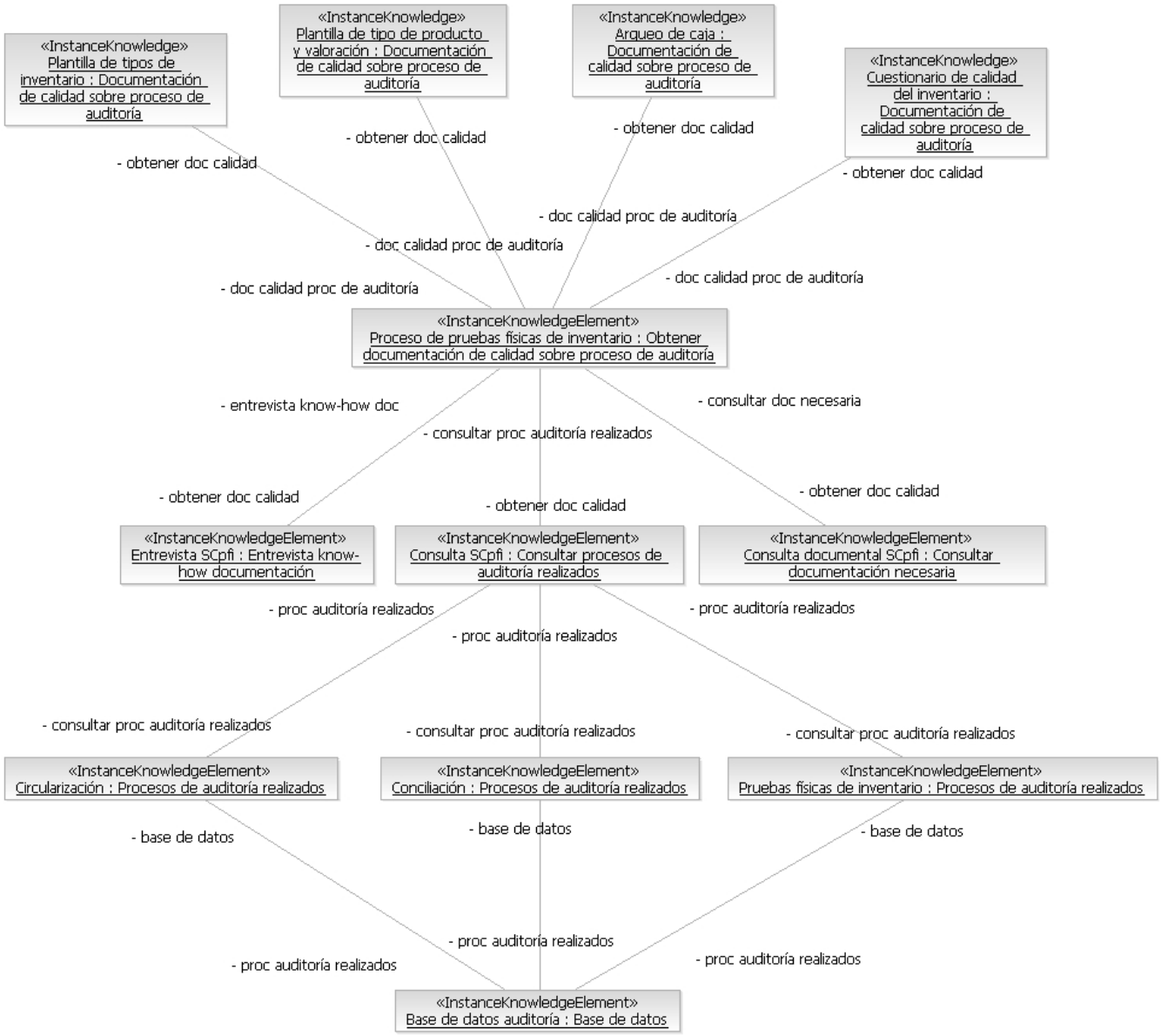

Figura 5.28: Ejemplo de 'Diagrama de Conocimiento' para el conocimiento objetivo 'Documentación de calidad sobre proceso de auditoría'.

5.4.3. Modelo de Organización

A partir del **'Modelo de Conocimiento'** de la empresa, el cual representa el conocimiento que ésta desea gestionar, es necesario definir cual es su **'Modelo de Organización'** especificando qué parte de este conocimiento, recogido en el bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN, se desea detallar a nivel de organización. El principal objetivo de este modelo es representar cual es la organización de la empresa desde cuatro puntos de vista diferentes, los cuales a su vez coinciden con los cuatro tipos de diagramas que es posible desarrollar para obtener este modelo. Estas cuatro vistas proporcionan una representación de los objetivos y estrategias de la empresa, de cual es su estructura organizativa, de como es posible analizarla desde diversas perspectivas, y finalmente de las reglas de negocio que rigen su funcionamiento.

5.4.3.1. Metamodelo de Organización

En la Figura 5.29, se puede observar el metamodelo desarrollado para representar la organización de una empresa desde los cuatro puntos de vista anteriormente mencionados. El metamodelo describe los constructores necesarios para representar los objetivos de la empresa, su estructura organizativa y analítica, así como las reglas de negocio que se pueden definir en la organización. A continuación, se muestran los constructores que forman parte de este metamodelo organizados según las distintas categorías ontológicas definidas para el bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN:

- **Metas:** el conocimiento objetivo definido en esta categoría puede agruparse según se muestra en el Cuadro 5.39, dando lugar a los constructores que aparecen en la primera columna del cuadro y coloreados en rojo en el metamodelo (ver Figura 5.29), los cuales se describen a continuación.

Cuadro 5.39: Análisis del conocimiento objetivo en la categoría 'Metas'.

Constructor	Pregunta	Conocimiento objetivo
Objective	Por qué? Para qué?	Misión, Visión, Objetivos estratégicos, Objetivos tácticos, Objetivos operativos
Strategy	Cómo?	Estrategia, Know-how
Plan	Cuándo?	Plan de negocio, Líneas de acción
Variable	Con qué?	Valores, Puntos fuertes, Puntos débiles, Oportunidades, Amenazas, Factores críticos de éxito, Políticas, Actitudes

- **Objective:** representa cualquier meta que la empresa desea conseguir, pudiéndose definir a diferentes niveles jerárquicos: estratégico, táctico u operativo. A nivel estratégico, este constructor sirve también para representar la misión y la visión de la empresa. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la categoría a la que pertenece el objetivo de entre las definidas en la enumeración **'ObjectiveType'**: mission, vision, strategic, tactic u operative.
  - **isLeaf:** atributo derivado que indica si el objetivo ya no se puede descomponer en otros objetivos, es decir, si es una hoja del árbol jerárquico que formarían los objetivos.
  - **level:** indica el nivel jerárquico en el cual está definido el objetivo, siendo posible uno de entre los siguientes definidos por la enumeración **'LevelType'**: collaborative, strategic, tactic u operative.
- **Strategy:** representa la materialización del cómo la empresa pretende conseguir los objetivos propuestos a nivel estratégico.
- **Plan:** representa la organización del trabajo que se hace a diferentes niveles jerárquicos para cumplir con los objetivos y estrategia definidos en la empresa. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica el tipo al que pertenece el plan entre los definidos en la enumeración **'PlanType'**: business, action o initiative.
  - **period:** especifica el intervalo de tiempo para el cual se define el plan.
- **Variable:** representa cualquier factor que es capaz de influir en la ejecución de los planes definidos en la organización. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la pertenencia a una de las siguientes categorías definidas en la enumeración **'VariableType'**: values, strenghs, weaknesses, opportunities, threats, successKeys, policies o attitudes.

- **Estructura organizativa:** a continuación se muestran los constructores necesarios para representar el conocimiento objetivo definido en esta categoría, los cuales aparecen coloreados en verde en el metamodelo (ver Figura 5.29).
  - **Enterprise:** representa cualquier tipo de organización con alguna de las formas jurídicas existentes para las empresas. Este constructor permite representar tanto una empresa individual como un ente aislado, como una empresa extendida o virtual, formada por diferentes empresas con distinta personalidad jurídica. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **collaboration:** especifica el tipo de cooperación que una empresa mantiene con el resto de empresas con las que puede estar relacionada. Sus valores pueden ser uno de los definidos en la enumeración **'EnterpriseCollaborationType'**: single, extended o virtual.
  - **isLeaf:** atributo derivado que indica si la empresa ya no está formada por otras empresas.
  - **legalStatus:** especifica la forma jurídica que posee la empresa.
  - **legalName:** indica el nombre legal que tiene asignado la empresa.
  - **cif:** especifica el identificativo fiscal de la empresa.

- **Unit:** representa cada una de las agrupaciones lógicas que se realizan en la empresa para gestionar su organización, pudiendo ser de uno de los siguientes tipos: departamento, unidad organizativa, sección y subsección. Además, este constructor permite describir estructuras jerárquicas en forma de árbol sobre la estructura organizativa de la empresa, por lo tanto permite obtener su organigrama. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica a qué categorías de las definidas en la enumeración, **'UnitType'**, pertenece la unidad: department, organisationalUnit, section o subsection.
  - **isLeaf:** atributo derivado que indica si la unidad empresarial ya no se puede descomponer en ningún otro nivel, es decir, si se trata de una hoja en el árbol jerárquico que formaría el organigrama con sus diversas unidades organizativas.
  - **connection:** indica que tipo de conexión existe entre las unidades definidas en la organización entre las dos posibles definidas por la enumeración **'UnitConnectionType'**: internal o external.
  - **location:** especifica la ubicación física de la unidad.

- **JobProfile:** representa la agrupación de un conjunto de tareas que están relacionadas y requieren de competencias específicas y complementarias para su realización. El perfil o puesto de trabajo define las tareas y roles que debe desempeñar quien lo ocupe. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **level:** indica el nivel jerárquico en el cual está definido el puesto de trabajo, siendo posible uno de entre los siguientes definidos por la enumeración **'LevelType'**: collaborative, strategic, tactic u operative.

- **Employee:** representa a las personas que desarrollan un determinado trabajo en la empresa, ocupando un puesto de trabajo y que tienen un determinado rol. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **dni:** especifica el identificativo único de cada empleado.

- **Role:** representa las actitudes y habilidades que se requieren para un determinado puesto de trabajo.
- **Task:** representa las acciones individuales que son responsabilidad de un solo individuo y que son asignadas a un determinado puesto de trabajo.

- **Análisis:** el conocimiento objetivo reflejado en esta categoría precisa de los siguiente constructores coloreados en azul en el metamodelo (ver Figura 5.29).
  - **System:** representa un conjunto de elementos que están interconectados y cooperaran con la finalidad de obtener un objetivo común. Agrupación lógica de los elementos de la empresa que se realiza para estudiar la misma desde diversos puntos de vista: estratégico, planificación de la producción, financiero, etc. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
    - **type:** especifica la clasificación del sistema en uno de los siguientes definidos por la enumeración **'SystemType'**: decisional, performanceMeasurement, strategic, productionPlanification, financial o information.
  - **AnalysisCentre:** representa cada una de las agrupaciones lógicas que se hacen de diferentes parámetros de análisis empresarial, las cuales forman parte de los sistemas empresariales que se pueden definir en la empresa con la finalidad de analizarla desde diferentes puntos de vista, como por ejemplo, decisional o de medición del rendimiento. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
    - **type:** especifica la pertenencia del centro a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'AnalysisCentreType'**: decisional o indicatorPerspective.
  - **Item:** representa cada uno de los elementos que se pueden obtener para realizar un análisis de la empresa desde el punto de vista decisional o de medición del rendimiento. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
    - **type:** especifica el tipo de elemento en cuestión de entre una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'ItemType'**: decision, effectIndicator o actionIndicator.
  - **IInput:** representa las entradas necesarias para obtener el ítem de análisis. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
    - **type:** especifica la clasificación de las entradas en una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'IInputType'**: initialState o indicatorInput.
  - **IParameter:** representa los parámetros necesarios para obtener el ítem de análisis. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

    - **type:** especifica la pertenencia del parámetro a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'IParameterType'**: objective, variable, criteria, constraints, rules o indicatorParameter.

- **Reglas de negocio:** los constructores necesarios para modelar el conocimiento objetivo incluido en esta categoría se muestran a continuación, y se presentan coloreados en amarillo en el metamodelo (ver Figura 5.29).

  - **BRInput:** representa la materia prima necesaria para poder ejecutar la regla de negocio.
  - **BusinessRule:** representa los distintos tipos de reglas que se utilizan en la empresa para conseguir sus objetivos. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
    - **type:** especifica la pertenencia de la regla de negocio a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'BusinessRuleType'**: implicit, derivation, restriction, existence o fuzzy.
  - **BROutput:** representa el resultado que se obtiene tras aplicar una determinada regla de negocio.

Siguiendo el esquema presentado para el **Metamodelo de Conocimiento** y en relación con las **relaciones de herencia** existentes en este metamodelo, es necesario clarificar que todos sus constructores son subclases de la clase **TargetKnowledge** (ver Figura 5.22), con la finalidad de que hereden sus atributos, como por ejemplo **name**. En este caso no se ha mostrado la figura resultante debido al gran número de elementos del metamodelo y al poco valor añadido que aportaría el diagrama, puesto que no existe ninguna otra generalización a diferencia de lo que ocurre en el caso del Metamodelo de Conocimiento.

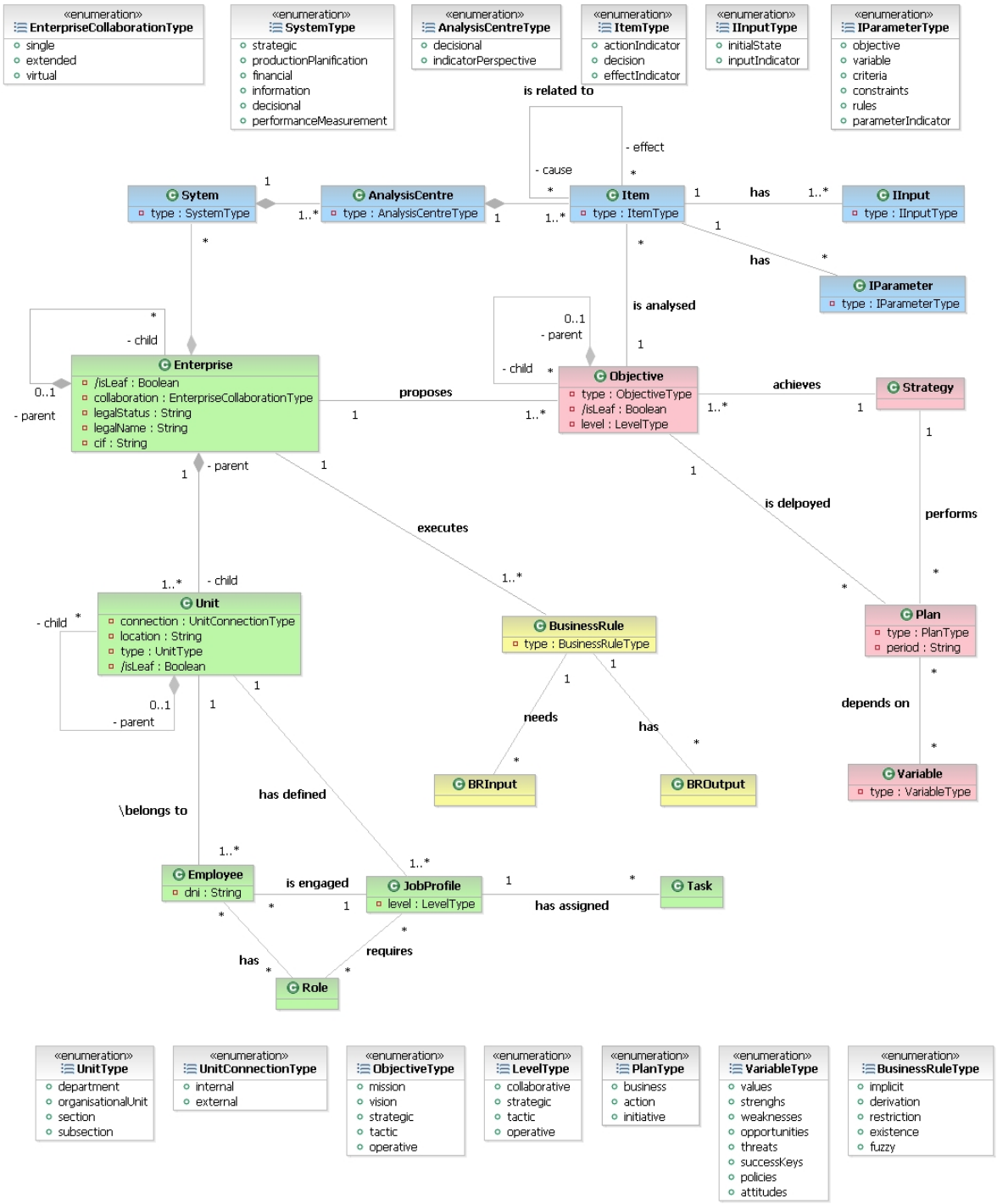

Figura 5.29: Metamodelo para la representación de la organización empresarial.

5.4.3.2. 'UML Profile for OM'

Para la implementación del **Metamodelo de Organización** se ha definido un perfil denominado **'UML Profile for OM'** (Perfil de UML para el Modelado de la Organización). Teniendo en cuenta la complejidad del metamodelo, se ha optado por dividir este perfil en cuatro subperfiles, los cuales se describen con detalle a continuación:

1. **'UML Profile for GM' (Perfil de UML para el Modelado de Objetivos):** extiende UML2 para permitir el modelado de los objetivos de la empresa mediante el **'Diagrama de Objetivos'**.
2. **'UML Profile for OSM' (Perfil de UML para el Modelado de la Estructura Organizativa):** extensión de UML2 para representar la estructura organizativa de la empresa mediante el **'Diagrama de Estructura Organizativa'**.
3. **'UML Profile for AM' (Perfil de UML para el Modelado de Análisis):** permite la representación de distintos tipos de análisis sobre la empresa mediante el **'Diagrama de Análisis'**.
4. **'UML Profile for BRM' (Perfil de UML para el Modelado de Reglas de Negocio):** extensión de UML2 para modelar las reglas de negocio existentes en la empresa mediante el **'Diagrama de Reglas de Negocio'**.

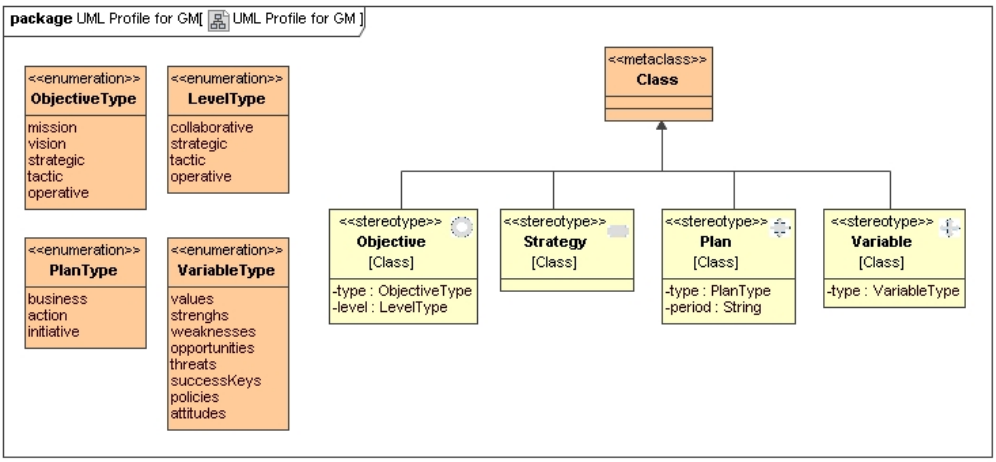

Figura 5.30: Diagrama del 'UML Profile for GM'.

A continuación, se describe el primero de estos perfiles denominado **'UML Profile for GM'** (Perfil de UML para el Modelado de Objetivos). En la Figura 5.30, se puede observar el diagrama del perfil, el cual incluye los estereotipos definidos a partir de los constructores del **Metamodelo de Organización** correspondientes al modelado de objetivos, además se muestran las correspondientes metaclases del Metamodelo de UML2 que extienden.

En la definición de este perfil cabe destacar, como ya se comentó en el caso del **'UML Profile for KM'**, que no se ha añadido el atributo **isLeaf** de la metaclase **Objective** como un valor etiquetado del estereotipo **Objective**. La principal razón es que este estereotipo extiende la metaclase **Class** del Metamodelo de UML2, la cual ya posee este atributo.

En el Cuadro 5.40, se describe con detalle el perfil de UML para el modelado de los objetivos de la organización.

Cuadro 5.40: Descripción del 'UML Profile for GM' para el modelado de los objetivos de la organización.

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**Objective**»	Class		Representa cualquier tipo de meta que la empresa se plantee conseguir a distintos niveles jerárquicos de la organización
		type	Values = mission OR vision OR strategic OR tactic OR operative
		level	Values = collaborative OR strategic OR tactic OR operative
«**Strategy**»	Class		Representa el cómo se piensa conseguir los objetivos propuestos por la empresa
«**Plan**»	Class		Representa el conjunto de acciones organizadas en el tiempo que se van a llevar a cabo para seguir la estrategia a diferentes niveles jerárquicos
		type	Values = business OR action OR initiative
		period	Representa la duración del plan
«**Variable**»	Class		Representa cualquier tipo de valor, política, actitud, etc. que puede condicionar la ejecución de los planes definidos por la empresa
		type	Values = values OR strenghs OR weaknesses OR opportunities OR threats OR successKeys OR policies OR attitudes

A continuación, se presenta el segundo de los perfiles que forman parte del **'UML Profile for OM'**. Este perfil se ha denominado **'UML Profile for OSM'** (Perfil de UML para el Modelado de la Estructura Organizativa) y permite la representación de la estructura organizativa de la empresa, mostrando cual es la división del trabajo realizada en departamentos, secciones, subsecciones, etc. así como los diferentes puestos de trabajo en cada uno de ellos, los empleados que los ocupan y los roles y tareas asociadas.

En la Figura 5.31, se puede observar el diagrama del perfil en el cual se detallan los estereotipos definidos a partir de los constructores relativos a la estructura organizativa del **Metamodelo de Organización**, así como las correspondientes metaclases del Metamodelo de UML2 que extienden.

En este caso tampoco se ha añadido el atributo **isLeaf** de la metaclase **Unit** como un valor etiquetado del estereotipo **Unit**, por la misma razón comentada en el perfil anterior. Sin embargo, si se ha añadido el atributo **isLeaf** de la metaclase **Enterprise** como valor etiquetado del correspondiente estereotipo **Enterprise**, puesto que éste extiende la metaclase **Package**, la cual no posee dicho atributo.

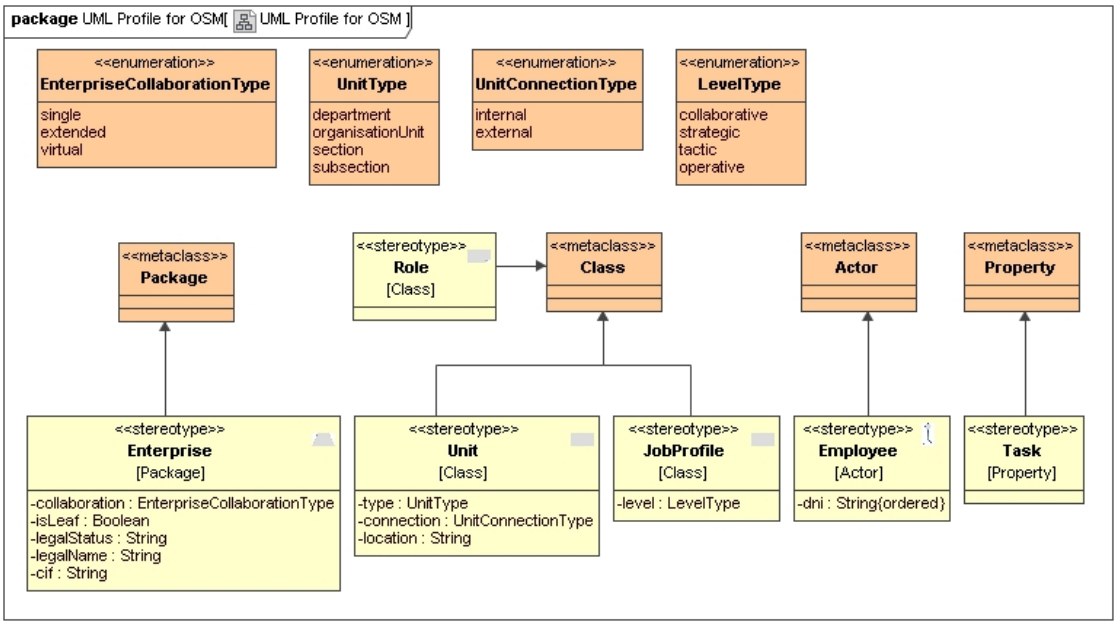

Figura 5.31: Diagrama del 'UML Profile for OSM'.

En el Cuadro 5.41, se puede observar el perfil de UML para el modelo de la estructura organizativa de una empresa.

Cuadro 5.41: Descripción del 'UML Profile for OSM' para el modelado de la estructura organizativa.

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**Enterprise**»	Package		Representa la figura jurídica de la empresa y su conexión con el resto de partners en el caso de las empresas colaborativas
		collaboration	Values = single OR extended OR virtual
		isLeaf	Indica si la empresa ya no está formada por otras empresas. Values = true OR false
		legalStatus	Indica la forma jurídica que adopta la empresa
		legalName	Indica el nombre legal de la empresa
		cif	Especifica el identificativo fiscal de la empresa
«**Unit**»	Class		Representa los diferentes tipos de agrupaciones organizativas que se pueden definir en una empresa
		type	Values = department OR organisationalUnit OR section OR subsection
		connection	Values = internal OR external
		location	Indica la ubicación física de la unidad
«**JobProfile**»	Class		Representa el conjunto de las tareas que se deben llevar a cabo en un determinado puesto de trabajo
		level	Values = collaborative OF strategic OR tactic OR operative
«**Employee**»	Actor		Representa a las personas que la empresa tiene contratadas para desempeñar un determinado puesto de trabajo
«**Role**»	Class		Representa las habilidades que el empleado debe poseer para desempeñar un determinado puesto de trabajo
«**Task**»	Property		Representa cada una de las tareas que el empleado debe desempeñar en un determinado puesto de trabajo

El tercero de los perfiles pertenecientes al **'UML Profile for OM'** se ha definido para implementar la parte del **Metamodelo de Organización** relacionada con el enfoque analítico de la empresa. Este enfoque permite modelar los componentes de la empresa desde un determinado punto de vista escogido para su análisis. De esta manera dependiendo de la perspectiva seleccionada, se puede analizar el sistema decisional de la empresa para mostrar cuales son las decisiones que se toman a distintos niveles, o el sistema de medición del rendimiento mostrando cuales son los indicadores de efecto y de causa que se han definido. Este perfil se ha denominado **'UML Profile for AM'** (Perfil de UML para el Modelado Analítico).

En la Figura 5.32, se puede observar el diagrama del perfil con los estereotipos definidos a partir del mencionado metamodelo, junto con las correspondientes metaclases del Metamodelo de UML2 que extienden.

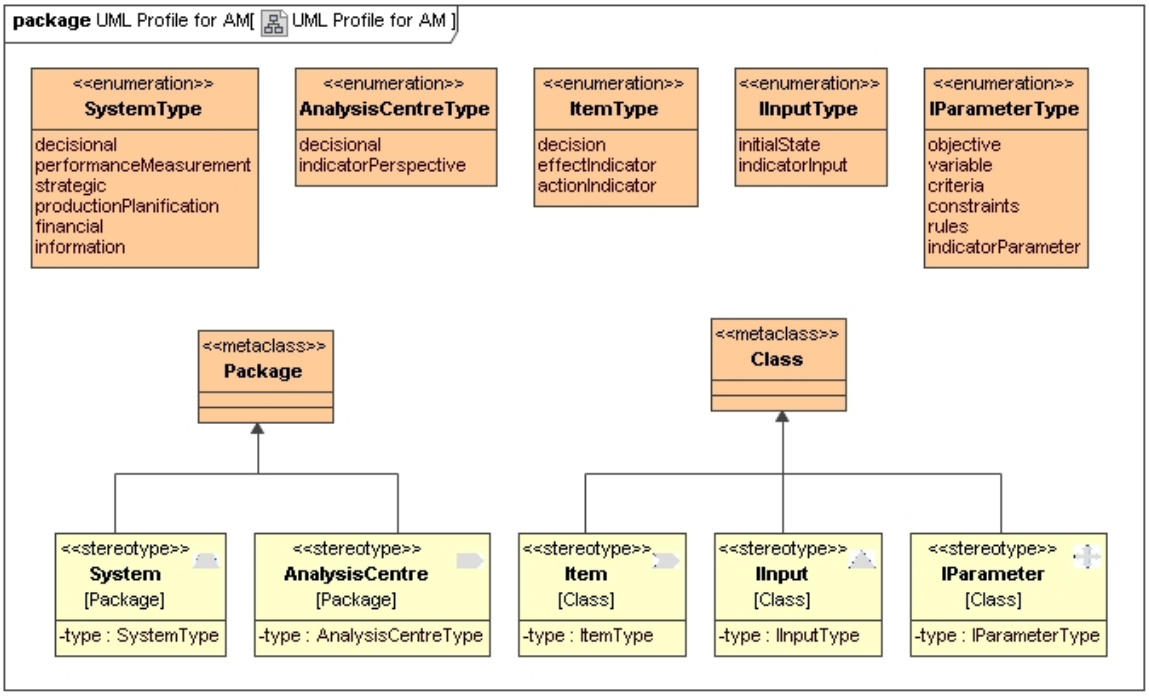

Figura 5.32: Diagrama del 'UML Profile for AM'.

En el Cuadro 5.42, se puede observar el perfil de UML para el modelado de la empresa siguiendo un enfoque analítico.

Cuadro 5.42: Descripción del 'UML Profile for AM' para el modelado del análisis empresarial.

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**System**»	Package		Representa cualquiera de los sistemas empresariales que se pueden definir en la empresa para su análisis desde un determinado punto de vista como puede ser el estratégico, de planificación de la producción, financiero, etc.
		type	Values = decisional OR performanceMeasurement OR strategic OR productionPlanification OR financial OR information
«**AnalysisCentre**»	Package		Representa las distintas agrupaciones de parámetros que se pueden llevar a cabo para analizar la empresa desde diversas perspectivas
		type	Values = decisional OR indicatorPerspective
«**Item**»	Class		Representa cualquier tipo de elemento que se puede obtener en la empresa a partir de otras variables y que puede ser utilizado para su análisis
		type	Values = decision OR effectIndicator OR actionIndicator
«**IInput**»	Class		Representa cualquier tipo de entrada necesaria para la obtención de los elementos que permiten analizar el sistema desde una determinada perspectiva
		type	Values = initialState OR indicatorInput
«**IParameter**»	Class		Representa cualquier tipo de parámetro necesario para la obtención de los elementos que permiten analizar el sistema desde una determinada perspectiva
		type	Values = objective OR variable OR criteria OR constraints OR rules OR indicatorParameter

El último de los perfiles definidos en el **'UML Profile for OM'** para llevar a cabo el **'Modelo de Organización'** es el denominado **'UML Profile for BRM'** (Perfil de UML para el Modelado de las Reglas de Negocio). En la Figura 5.33, se puede observar el diagrama del perfil en el cual se presentan los estereotipos correspondientes a los constructores definidos en el **Metamodelo de Organización** referentes a las reglas de negocio, además de las correspondientes metaclases del Metamodelo de UML2 que extienden.

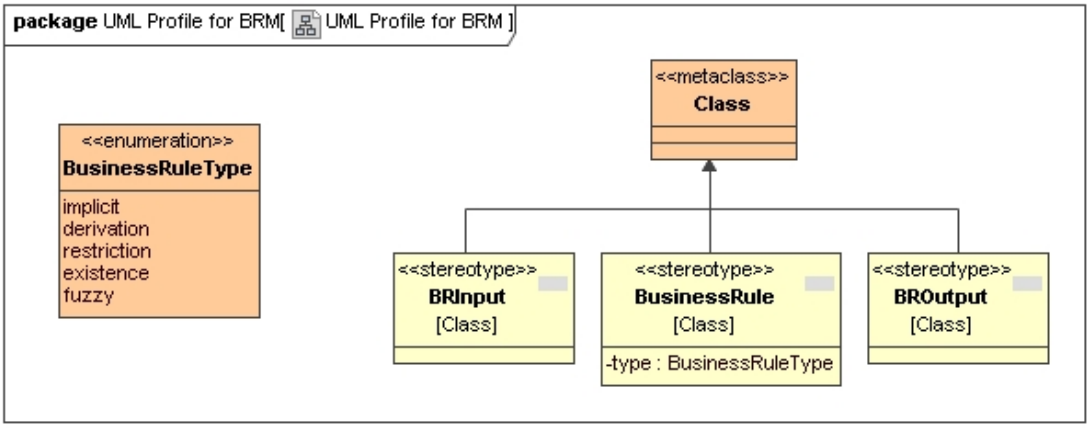

Figura 5.33: Diagrama del 'UML Profile for BRM'.

En el Cuadro 5.43, se muestra la descripción detallada del perfil de UML para el modelado de las reglas de negocio existentes en la empresa.

Cuadro 5.43: Descripción del 'UML Profile for BRM' para el modelado de la reglas de negocio.

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**BRInput**»	Class		Representa las entradas de las reglas de negocio
«**BusinessRule**»	Class		Representa las reglas de negocio existentes en la empresa
		type	Values = implicit OR derivation OR restriction OR existence OR fuzzy
«**BROutput**»	Class		Representa el resultado de las reglas de negocio

5.4.3.3. Diagrama de Objetivos

El 'Diagrama de Objetivos' permite obtener parte del **'Modelo de Organización'** de una empresa, en particular permite representar cuales son los objetivos de la empresa a distintos niveles jerárquicos así como las estrategias y planes propuestos para su consecución. Los principales estereotipos del **'UML Profile for GM'** (ver Sección 5.4.3.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.44:

Cuadro 5.44: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Objetivos'.

Estereotipo	Elementos a modelar	Icono
«**Objective**»	Misión, visión, objetivos estratégicos, tácticos y operativos de la empresa	
«**Strategy**»	Estrategia de la empresa	
«**Plan**»	Plan de negocio, de acción e iniciativas derivadas de los indicadores de acción	
«**Variable**»	Valores, Puntos fuertes, Puntos débiles, Oportunidades, Amenazas, Factores críticos de éxito, Políticas, Actitudes	

En la Figura 5.34 se presenta un ejemplo de **'Diagrama de Objetivos'** en el cual se puede observar cuales serían la estructura de objetivos definida en el caso de un empresa de auditoría contable de tamaño pequeño.

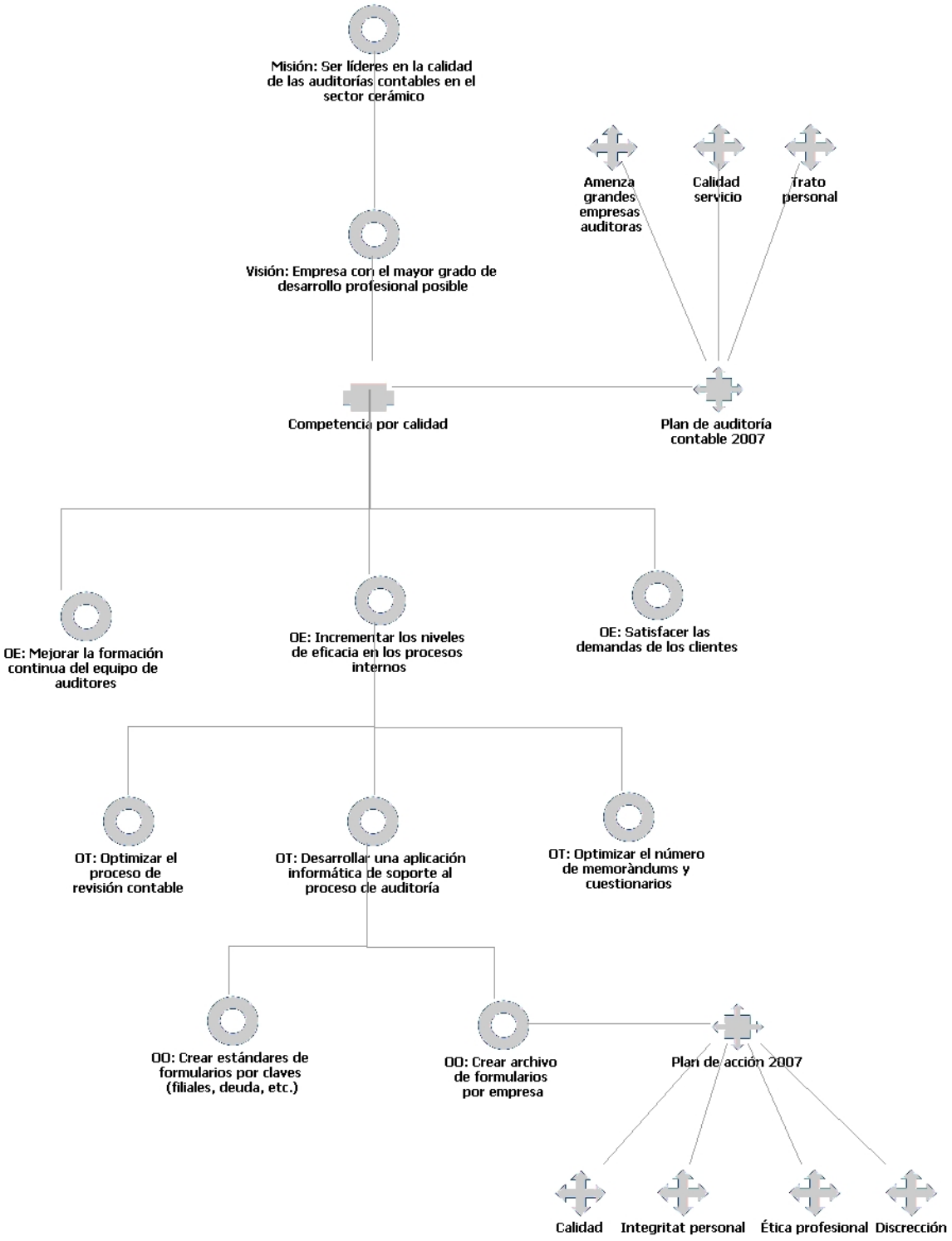

Figura 5.34: Ejemplo de 'Diagrama de Objetivos' para el caso de una auditoría.

5.4.3.4. Diagrama de Estructura Organizativa

El **'Diagrama de Estructura Organizativa'** forma parte del **'Modelo de Organización'** y permite representar el organigrama de una empresa. Este organigrama puede incluir tanto sus unidades organizativas como los puestos de trabajo, roles y empleados en cada uno de ellas. Los principales estereotipos del **'UML Profile for OSM'** (ver Sección 5.4.3.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.45:

Cuadro 5.45: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Estructura Organizativa'.

Estereotipo	Elementos a modelar	Icono
«**Enterprise**»	Empresa individual o colaborativa	
«**Unit**»	Cualquiera de las unidades organizativas de una empresa: departamentos, unidades organizativas, secciones, subsecciones, etc.	
«**JobProfile**»	Perfiles de trabajo	
«**Employee**»	Empleados de la empresa	
«**Role**»	Roles de trabajo	
«**Task**»	Tareas de un determinado puesto de trabajo	«**Task**»

En la Figura 5.35 se presenta un ejemplo de **'Diagrama de Estructura Organizativa'** el cual representa el organigrama del caso de un empresa de auditoría contable de tamaño pequeño.

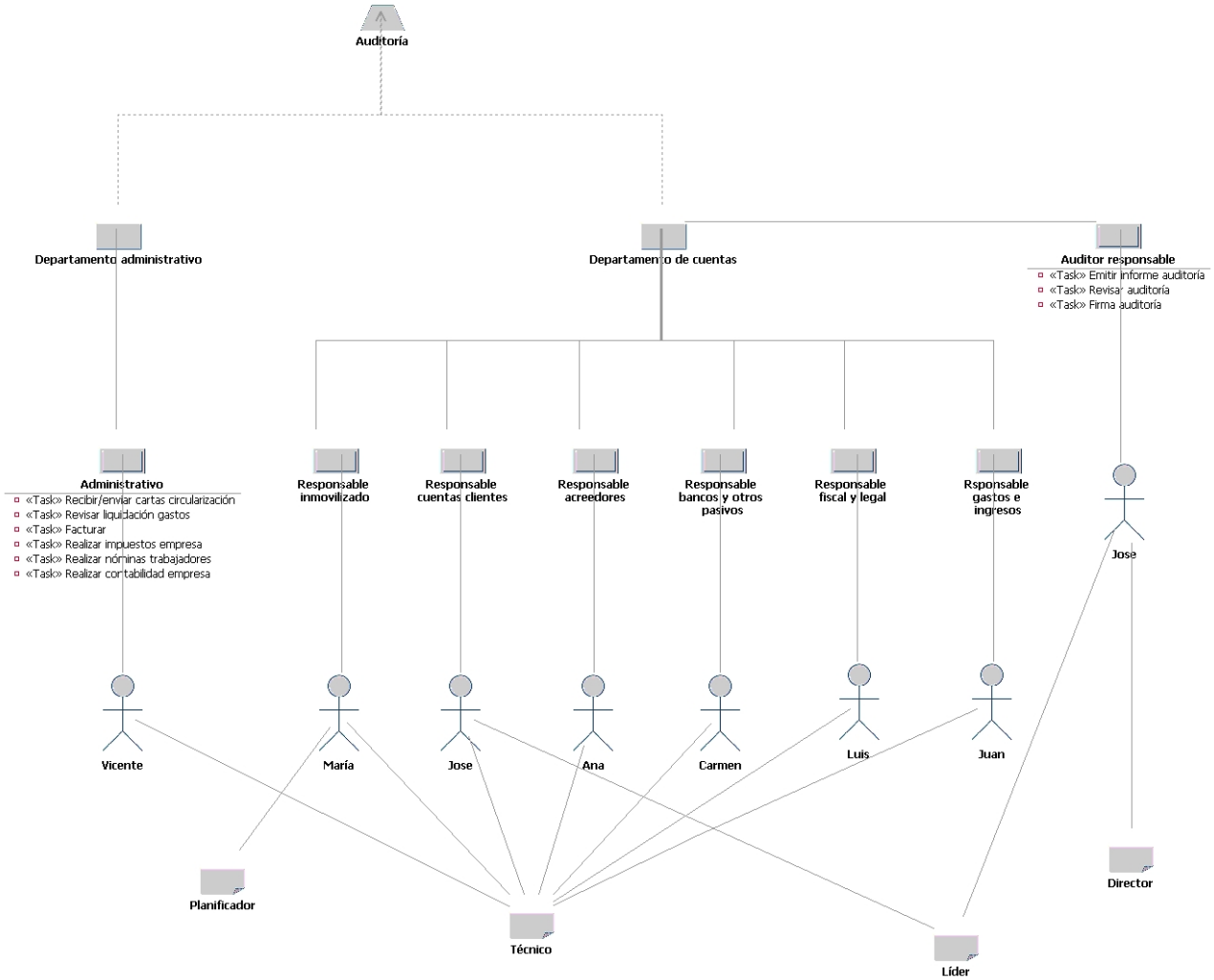

Figura 5.35: Ejemplo de 'Diagrama de Estructura Organizativa' para el caso de una auditoría.

5.4.3.5. Diagrama de Análisis

El **'Diagrama de Análisis'** permite modelar la empresa desde un enfoque analítico, representado la empresa desde distintos puntos de vista para llevar a cabo su análisis. En particular, se han tenido en cuenta el sistema decisional de la empresa (SD) y el de medición del rendimiento (SMR). Los principales estereotipos del **'UML Profile for AM'** (ver Sección 5.4.3.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.46 y 5.47.

Cuadro 5.46: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Análisis' (I).

Estereotipo	**Elementos a modelar**	**Icono**
«**System**»	Cualquiera de los sistemas que se pueden definir en la empresa para su análisis: decisional (SD), de medición del rendimiento (SMR), estratégico, de planificación de la producción, financiero, de información, etc.	
«**AnalysisCentre**»	Cualquiera de las agrupaciones de parámetros que se puede realizar para analizar la empresa desde diversas perspectivas, en un SD: centros decisionales, y en un SMR: perspectivas de indicadores	
«**Item**»	Cualquiera de los elementos obtenidos para el análisis de la empresa, en un SD: decisiones, y en un SMR: indicadores de efecto e indicadores de acción	
«**IInput**»	Entradas para la obtención de los elementos de análisis, en un SD: el estado inicial de la situación decisional, y en un SMR: las entradas necesarias para el cálculo de indicadores	
«**IParameter**»	Parámetros para la obtención de los elementos de análisis, en un SD: objetivos, variables, criterios, restricciones y reglas, en un SMR: los parámetros necesarios para el cálculo de indicadores	

Cuadro 5.47: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Análisis' (II).

Estereotipo	**Elementos a modelar**	**Icono**
«**Objective**»	Misión, visión, objetivos estratégicos, tácticos y operativos de la empresa	
«**Plan**»	Plan de negocio, de acción e iniciativas derivadas de los indicadores de acción	

En la Figura 5.36 se presenta un ejemplo de **'Diagrama de Análisis'** en el cual se puede observar cual es el sistema de indicadores definido en el caso de un empresa de auditoría contable de tamaño pequeño.

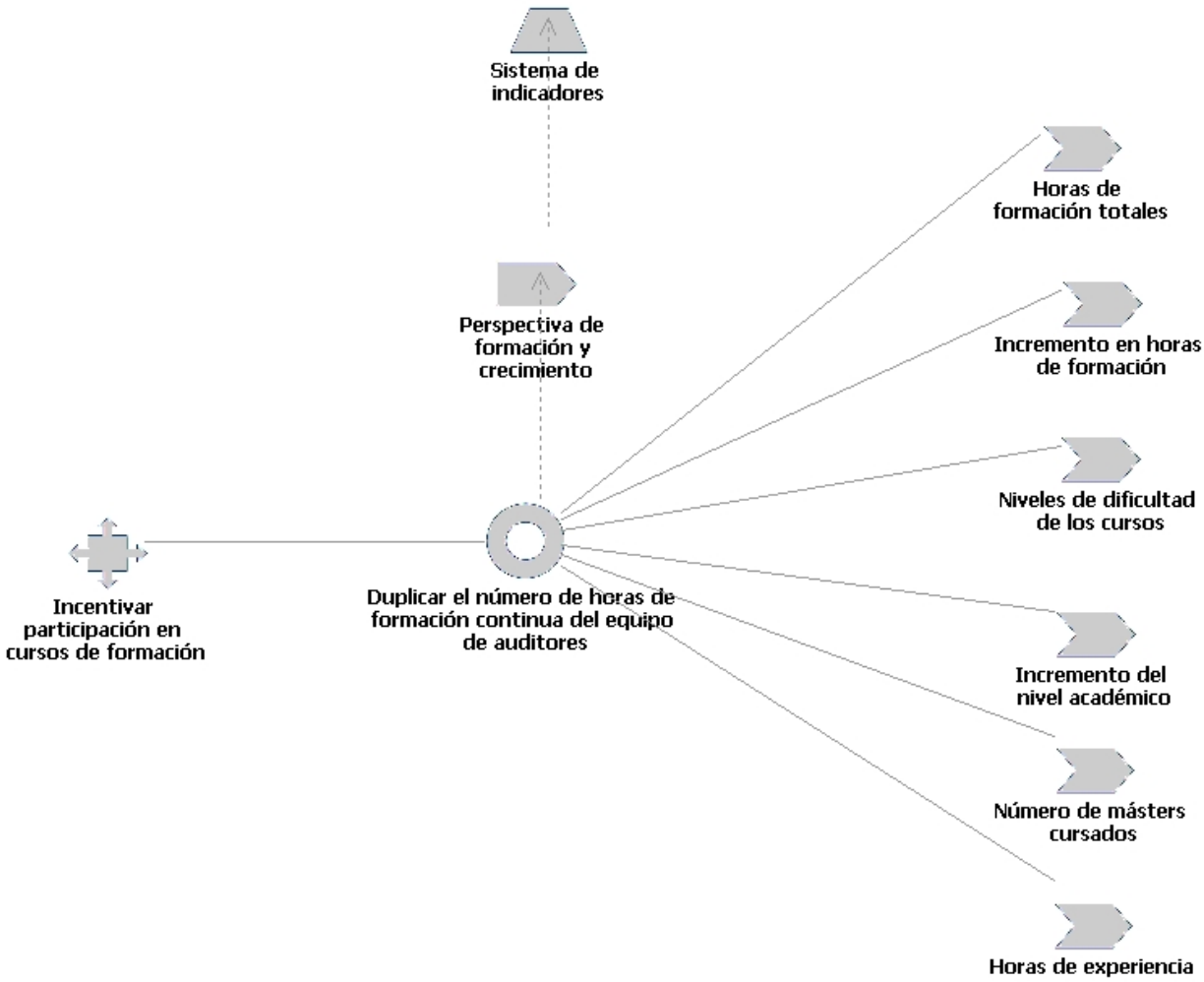

Figura 5.36: Ejemplo de 'Diagrama de Análisis' para el caso de una auditoría.

5.4.3.6. Diagrama de Reglas de Negocio

El **'Diagrama de Reglas de Negocio'** hace posible la representación de una parte del **'Modelo de Organización'** de la empresa y en particular de sus reglas de negocio. Los principales estereotipos del **'UML Profile for BRM'** (ver Sección 5.4.3.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.48:

Estereotipo	**Elementos a modelar**	**Icono**
«**BRInput**»	Entrada para la obtención de la regla de negocio	
«**BusinessRule**»	Regla de negocio de tipo implícitas, de derivación, de restricción, de existencia o fuzzy	
«**BROutput**»	Salida para la obtención de la regla de negocio	

Cuadro 5.48: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Reglas de Negocio'.

En la Figura 5.37 se presentan un primer ejemplo de **'Diagrama de Reglas de Negocio'** en el cual se han representado una de las reglas de negocio que se podrían definir en el caso de un empresa de auditoría contable de tamaño pequeño.

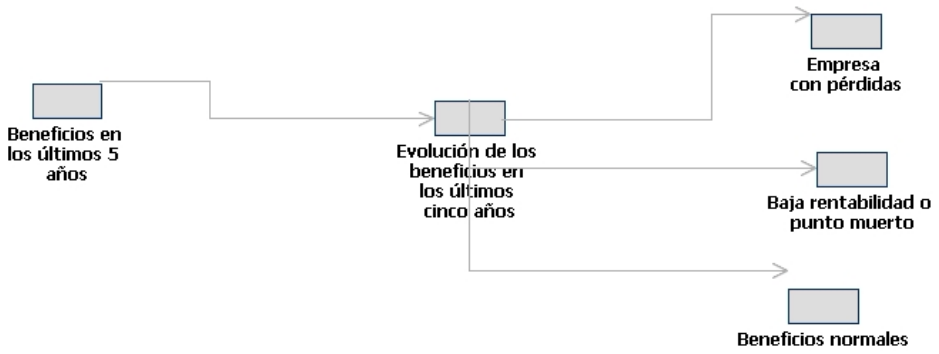

Figura 5.37: Ejemplo de 'Diagrama de Reglas de Negocio' para el caso de una auditoría (I).

En la 5.38 se presentan un segundo ejemplo de **'Diagrama de Reglas de Negocio'** para el mismo caso de un empresa de auditoría contable de tamaño pequeño.

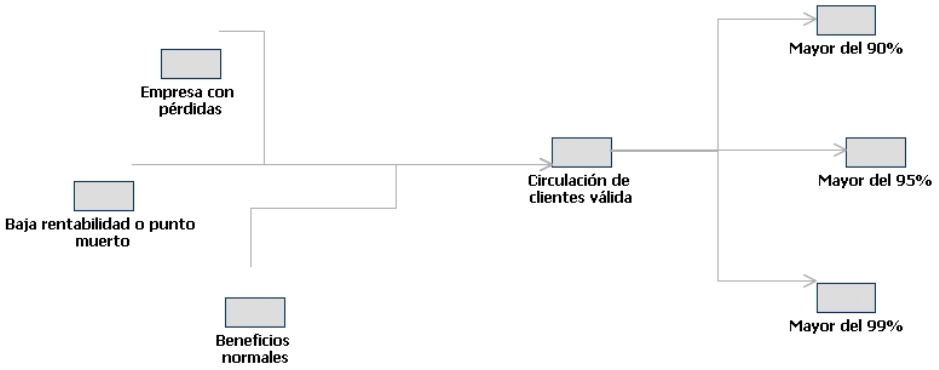

Figura 5.38: Ejemplo de 'Diagrama de Reglas de Negocio' para el caso de una auditoría (II).

5.4.4. Modelo del Sistema

El mapa de conocimiento empresarial está formado por el **'Modelo de Conocimiento'** con el objetivo de modelar en diferente nivel de detalle el conocimiento objetivo a gestionar en la empresa, y por el **'Modelo de Organización'**, el cual permite representar cual es la organización de la empresa desde diversas perspectivas: de objetivos, de estructura organizativa, etc., siendo a la vez una forma de modelar detalladamente el conocimiento del bloque ORGANIZACIÓN.

El **'Modelo del Sistema'** completa este mapa de conocimiento haciendo posible la representación de los componentes del sistema informático transaccional de la empresa, de ahí su nombre. Este modelo a su vez se divide en dos submodelos el **'Modelo de Estructura'** y el **'Modelo de Comportamiento'**, los cuales modelan dicho sistema informático desde el punto de vista de su estructura y comportamiento respectivamente. Además, ambos modelos permiten una visión detallada del conocimiento objetivo de los bloques PRODUCTO y RECURSO en el primer caso, y del de los bloques PROCESO y SERVICIO en el segundo.

5.4.4.1. Modelo de Estructura

El **'Modelo de Estructura'** es el primero de los dos modelos que forman parte del **'Modelo del Sistema'** y está destinado a proporcionar como su nombre indica la visión de los componentes estructurales del sistema informático transaccional de la empresa. Por lo tanto, permite representar cuales son sus productos, así como los recursos humanos y materiales disponibles, proporcionando en ambos casos una representación detallada del conocimiento objetivo de los bloques PRODUCTO y RECURSO.

5.4.4.1.1. Metamodelo de Estructura. En la Figura 5.39, se puede observar el metamodelo desarrollado para representar los componentes estructurales de dicho sistema informático. El metamodelo muestra los constructores que pueden ser utilizados con dicho objetivo y ha sido obtenido a partir del conocimiento objetivo descrito en los bloques PRODUCTO y RECURSO. Por lo tanto, permite representar de forma detallada tanto los productos que la empresa ofrece, como los recursos materiales y humanos de que dispone para su funcionamiento. Los constructores que forman parte de este metamodelo son los siguientes:

- ***Resource*:** representa cualquiera de los objetos existentes en la empresa que se pueden utilizar para la consecución de sus objetivos. Es una clase abstracta que

solo se puede instanciar en una de sus dos subclases: **Material** o **Human**. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

- **type:** especifica la pertenencia del recurso a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'ResourceType'**: material o human.

- **Material:** subclase de ***Resource*** que representa los recursos no humanos que la empresa adquiere o produce, y que bien son el producto final que la empresa comercializa, sirven como componentes de algún producto final o son utilizados para su obtención. A pesar de su nombre pueden ser tanto recursos tangibles como intangibles. Para esta clase se definen los siguientes atributos, siendo los tres últimos derivados, puesto que se pueden obtener a partir de la navegación de la agregación reflexiva que posee esta clase:

  - **type:** especifica la pertenencia del material a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'MaterialType'**: finalProduct, infrastructure, machine, computerSystem, communicationSystem o financial.
  - **optional:** especifica, en el caso de que se trate de un componente, si su presencia en el material compuesto es obligatoria o no.
  - **isComposite:** especifica si se trata de un material compuesto por otros componentes.
  - **isComponent:** especifica si se trata de uno de los componentes de un material compuesto.
  - **compositionLevel:** especifica, en el caso de que se trate de un componente, del nivel que ocupa en la jerarquía de composición.

- ***FinalProduct*:** subclase de **Material** que representa los productos finales, tanto productos físicos como servicios, que se obtienen en la empresa para su comercialización y son el objeto de negocio de la misma. Es una clase abstracta que solo se puede instanciar en una de sus dos subclases: **Product** o **Service** (ver Sección 5.4.4.2.1).

- **Product:** subclase de ***FinalProduct*** que representa el producto final físico que se comercializa y que adquiere un cliente o consumidor final.

- **Human:** subclase de ***Resource*** que representa los recursos de tipo humano que están contratados en la empresa para llevar a cabo distintos tipos de tareas en los diversos procesos de la empresa. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **dni:** especifica un identificativo único para cada recurso humano.

- **Contract:** representa el tipo y características de la relación contractual que mantienen los empleados con la empresa. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la pertenencia del contrato a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'ContractType'**: fixed, temporary, sporadic o candidate.
- ***Property*:** representa los distintos tipos de cualidades que pueden poseer los recursos de la empresa y que son diferentes en el caso de que se trate de un recurso de tipo material o humano. Es una clase abstracta que solo se puede instanciar en una de sus dos subclases: **MaterialProperty** o **HumanProperty**.
- **MaterialProperty:** subclase de ***Property*** que representa las propiedades que poseen los recursos materiales. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica el tipo al que pertenece las propiedades de los materiales entre los definidos en la enumeración **'MaterialPropertyType'**: availability o capacity.
- **HumanProperty:** subclase de ***Property*** que representa las cualidades que tienen los recursos humanos. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la pertenencia de las cualidades de los recursos humanos a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'HumanPropertyType'**: availability, curriculum, knowledge, capacity, skill o experience.
- **Cost:** representa el coste que supone para la empresa un determinado recurso. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** indica el tipo de coste para un determinado recurso siendo posible uno de entre los siguientes definidos por la enumeración **'CostType'**: beforeTax, afterTax, profitability, subjectiveProfitability o addedValue.
- **Document:** representa cualquiera de los impresos que se utilizan en la empresa para la recogida o presentación de la información. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la pertenencia del documento a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'DocumentType'**: standard o claim.

- **MarketingElement:** representa los distintos elementos de marketing que pueden ser asociados a un producto, como son las muestras, catálogos, publicidad o imagen de marca. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la pertenencia del elemento de marketing a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'MarketingElementType'**: sample, catalog, advertisement, tradeMark o label.
- **ProductionProcess:** representa el tipo de proceso productivo que se utiliza para obtener el producto, entre los cuales destaca el proceso de manofactura, el ensamblaje o la producción por proyecto. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la pertenencia del proceso productivo a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'ProductionProcessType'**: manufacturing, assembly o project.
- **ProductionPlan:** representa el tipo de planificación que se utiliza para la obtención del producto, que básicamente puede ser por stock o bajo demanda. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica la pertenencia del plan de producción a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'ProductionPlanType'**: stock o demand.

En el metamodelo mostrado en la Figura 5.39 se presentan dos metaclases coloreadas en distinto color que no pertenecen al mismo. En el primer caso, se trata de la metaclase **Plan** que pertenece al **Metamodelo de Organización** (ver Sección 5.4.3), y que se ha utilizado para indicar que la metaclase **ProductionPlan** es una subclase de la mencionada metaclase **Plan**. En el segundo caso, la metaclase **Process** del **Metamodelo de Comportamiento** (ver Sección 5.4.4.2.1) se ha introducido para mostrar su subclase **ProductionProcess**.

Como en el caso anterior, tampoco se han representado las relaciones de herencia que existen en este metamodelo puesto que su explicitación gráfica no aporta ningún valor añadido. La principal razón es que todos los constructores de este metamodelo son subclases de la metaclase **TargetKnowledge** (ver Figura 5.22), a excepción de la metaclase **ProductionProcess** que es una subclase de la metaclase ***KnowledgeProcedure*** (ver Figura 5.22).

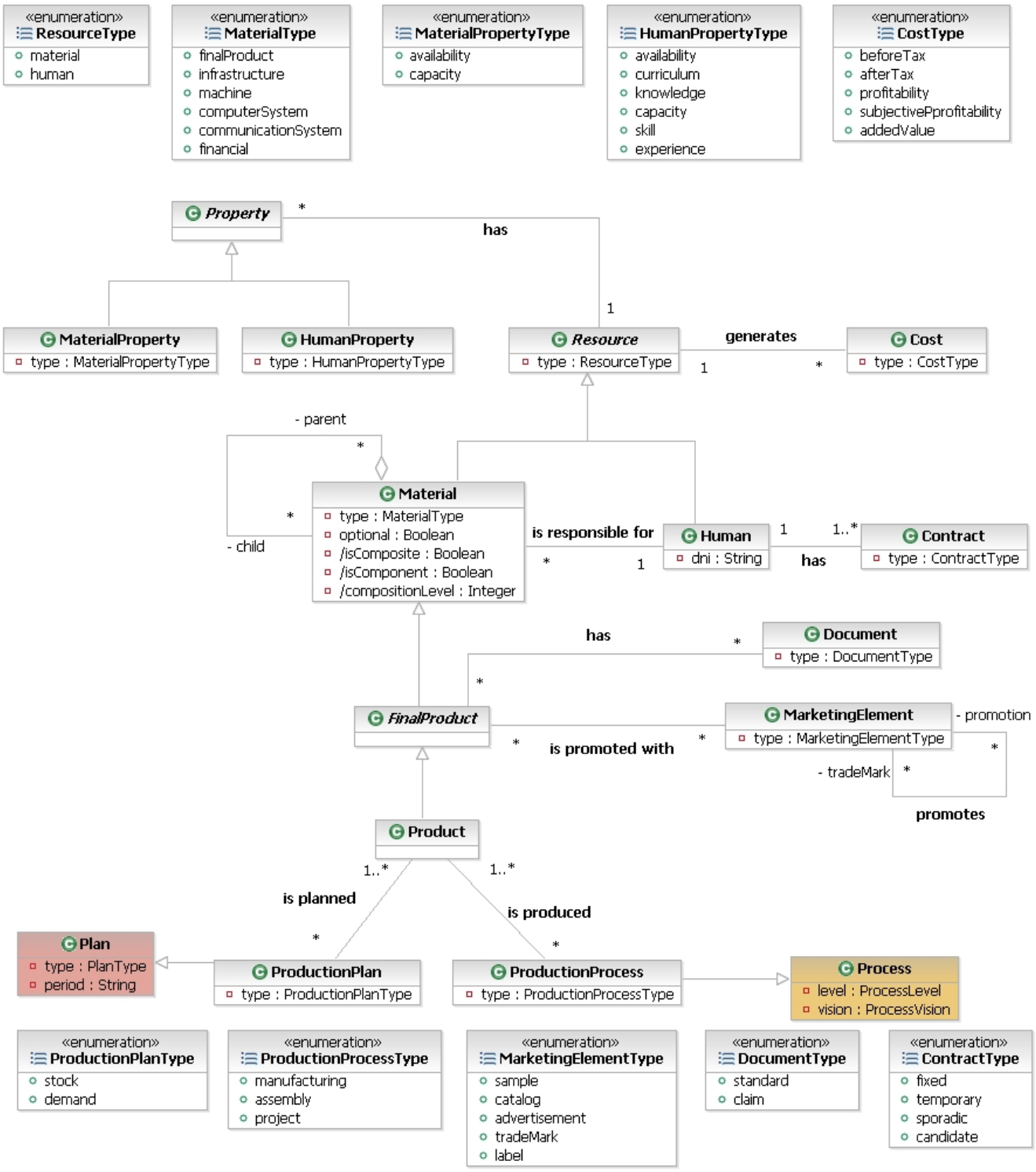

Figura 5.39: Metamodelo para la representación de la estructura de la empresa.

5.4.4.1.2. 'UML Profile for SM'. A continuación, se describe el perfil de UML2 definido para implementar el Metamodelo de Estructura anteriormente descrito. Este perfil se ha denominado **'UML Profile for SM'** (Perfil de UML para el Modelado de la Estructura). En la Figura 5.40, se puede observar el diagrama del perfil en el cual aparecen los estereotipos definidos a partir de los constructores de dicho metamodelo, junto con las metaclases del Metamodelo de UML2 que extienden.

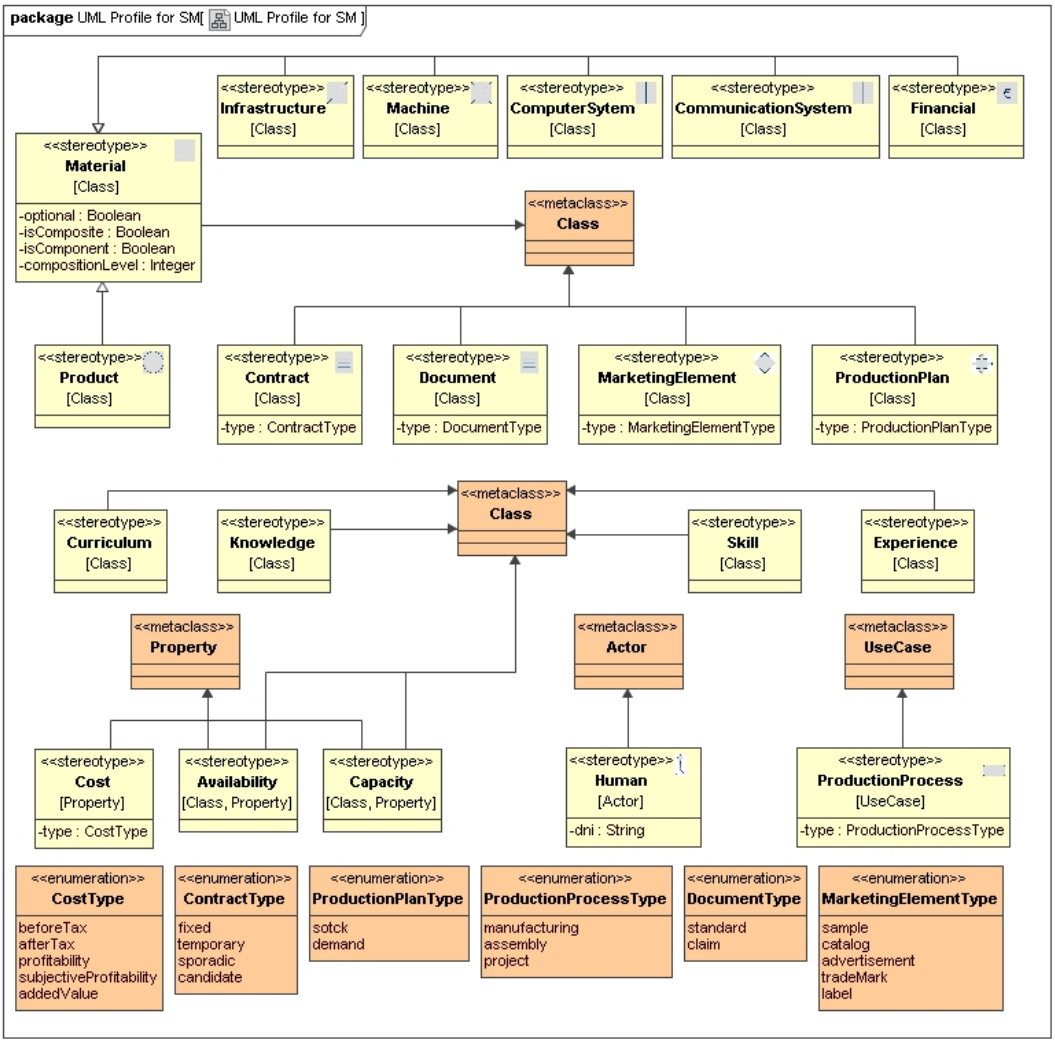

Figura 5.40: Diagrama del 'UML Profile for SM'.

En el Cuadro 5.49 y 5.50, se muestra la descripción detallada del **'UML Profile for SM'** que permite la obtención del **'Modelo de Estructura'**.

Cuadro 5.49: Descripción del 'UML Profile for SM' para el modelado de la estructura (I).

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**Material**»	Class		Representa cualquier tipo de objeto físico que puede ser usado en la empresa en su actividad o para llevarla a cabo
		optional	Especifica la obligatoriedad o no del material en la composición de otro material
		isComposite	Indica si el material es compuesto
		isComponent	Indica si el material es un componente
		compositionLevel	Indica el nivel al que pertenece el material en la jerarquía de composición
«**Infrastructure**»	Class		Representa cualquiera de las infraestructuras que posee la empresa
«**Machine**»	Class		Representa cualquier tipo de maquinaria utilizada en la empresa
«**ComputerSystem**»	Class		Representa cualquier tipo de sistema informático o alguno de sus componentes
«**CommunicationSystem**»	Class		Representa cualquier elemento del sistema de comunicaciones de la empresa
«**Financial**»	Class		Representa cualquiera de los elementos financieros de la empresa
«**Product**»	Class		Representa el producto final físico obtenido en la empresa para su comercialización
«**Human**»	Actor		Representa los empleados contratados por la empresa
		dni	Especifica el identificativo del empleado
«**Contract**»	Class		Representa la relación contractual establecida entre los empleados y la empresa
		type	Values = fixed OR temporary OR sporadic OR candidate

Cuadro 5.50: Descripción del 'UML Profile for SM' para el modelado de la estructura (II).

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**Availability**»	Property		Representa la disponibilidad de un recurso material
	Class		Representa la disponibilidad de los recursos humanos
«**Capacity**»	Property		Representa la capacidad de un recurso material
	Class		Representa la capacidad de trabajo de que disponen los recursos humanos
«**Curriculum**»	Class		Representa los diversos elementos que forman parte del Curriculum Vitae de un empleado
«**Knowledge**»	Class		Representa los temas de conocimiento que poseen los recursos humanos
«**Skill**»	Class		Representa las habilidades que posee un determinado empleado
«**Experience**»	Class		Representa la experiencia que poseen los recursos humanos
«**Cost**»	Property		Representa el coste asociado a cada uno de los recursos en la empresa
		type	Values = beforeTax OR afterTax OR profitability OR subjectiveProfitability OR addedValue
«**Document**»	Class		Representa los impresos físicos que se realizan en la empresa
		type	Values = standard OR claim
«**MarketingElement**»	Class		Representa cualquier elemento de marketing relacionado con el producto
		type	Values = sample OR catalog OR advertisement OR tradeMark OR label
«**ProductionProcess**»	UseCase		Representa el proceso de producción mediante el cual se obtiene el producto
		type	Values = manufacturing OR assembly OR project
«**ProductionPlan**»	Class		Representa la planificación propuesta para producir el producto
		type	Values = stock OR demand

En este perfil cabe destacar la necesidad de definir dos estereotipos diferenciados en el caso de que la propiedad esté relacionadas con un recurso material o humano. En el primer caso, el estereotipo extiende de la metaclase **Property**, puesto que el estereotipo **Material** o **Product** extienden la metaclase **Class** y por lo tanto las propiedades se pueden definir como un valor etiquetado del estereotipo Material. Sin embargo, en el segundo caso puesto que el estereotipo **Human** extiende la metaclase **Actor** y ésta posee propiedades, no puede hacerse que las propiedades de los recursos humanos extiendan la metaclase **Property**, y es necesario que extiendan la metaclase **Class** para luego poder asociar propiedades a dicho tipo de recursos.

Otro hecho a destacar en este perfil es la necesidad de estereotipar el proceso de producción como un caso de uso, siendo el único elemento de comportamiento que está permitido en un diagrama de clases.

5.4.4.1.3. Diagrama de Productos. El **'Diagrama de Productos'** forma parte del **'Modelo de Estructura'**, uno de los modelos que se puede obtener al aplicar la Propuesta MDK para la obtención del mapa de conocimiento empresarial. En particular, mediante este diagrama una empresa puede modelar el conocimiento objetivo del bloque PRODUCTO con mayor nivel de detalle, representando el producto que la empresa comercializa incluyendo características sobre su proceso productivo, su composición, elementos de marketing que se utilizan para su promoción, etc. Los principales estereotipos del **'UML Profile for SM**' (ver Sección 5.4.4.1.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.51, junto con su icono específico.

Cuadro 5.51: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Productos'.

Estereotipo	**Elemento a modelar**	**Icono**
«**Material**»	Cualquier recurso material de la empresa	
«**Product**»	Producto individual o compuesto, y sus componentes	
«**Document**»	Documentos, incluyendo estándares y reclamaciones	
«**MarketingElement**»	Elementos de marketing asociados a un producto, tales como muestras, catálogos, etc.	
«**ProductionProcess**»	Proceso de producción	
«**ProductionPlan**»	Plan de producción	
«**Availability**»	Disponibilidad de un producto	«**Availability**»
«**Capacity**»	Capacidad de un producto	«**Capacity**»
«**Cost**»	Coste asociado a un producto	«**Cost**»

En la Figura 5.41 se muestra un ejemplo de **'Diagrama de Productos'**. El ejemplo muestra una representación del producto en el caso de una empresa cerámica, en el cual puede observarse como un determinado modelo o marca de azulejo incluye productos de gres y rodapié, los cuales a su vez se agrupan primero en cajas y luego en palets. Además, se muestran otros detalles referentes al producto cerámico como su relación con el plan y proceso de producción, acciones de marketing específicas, composición, etc.

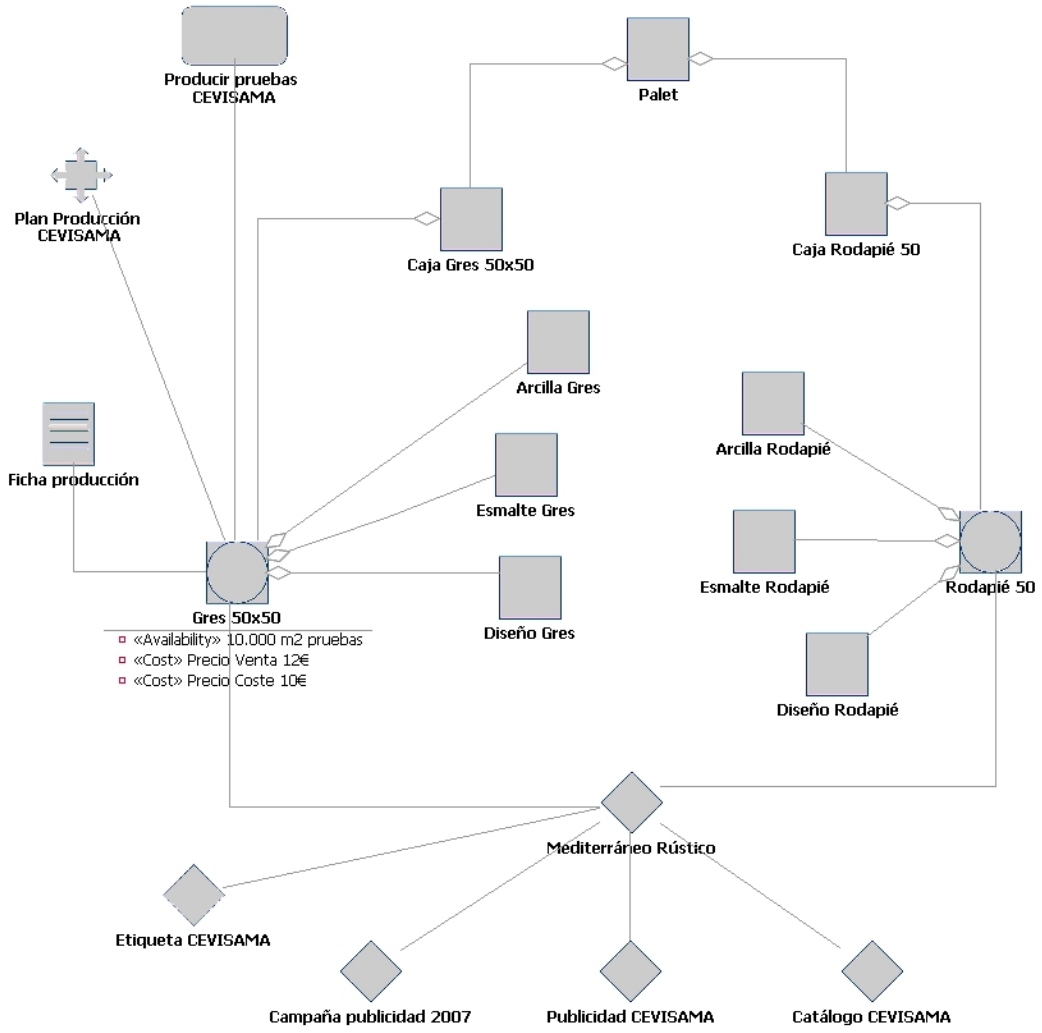

Figura 5.41: Ejemplo de 'Diagrama de Productos' para el caso del producto cerámico.

5.4.4.1.4. Diagrama de Recursos. El **'Diagrama de Recursos'** forma también parte del **'Modelo de Estructura'**. Este diagrama permite representar el conocimiento objetivo del bloque RECURSO con mayor nivel de detalle. Para ello, ofrece la posibilidad de modelar tanto los recursos materiales, infraestructura, sistema informático, etc., como los recursos humanos de la empresa. En ambos casos permite representar las principales propiedades que los caracterizan y en el caso de los recursos humanos la relación contractual que tienen con la empresa. Los principales estereotipos del **'UML Profile for SM'** (ver Sección 5.4.4.1.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.52 y 5.53, junto con su icono específico.

Cuadro 5.52: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Recursos' (I).

Estereotipo	**Elemento a modelar**	**Icono**
«**Material**»	Cualquier recurso material de la empresa	
«**Infrastructure**»	Cualquier recurso de infraestructura de la empresa	
«**Machine**»	Cualquier máquina de la empresa o alguno de sus componentes	
«**ComputerSystem**»	Cualquier componente del sistema informático de la empresa	
«**CommunicationSystem**»	Cualquier componente del sistema de comunicaciones de la empresa	

Cuadro 5.53: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Recursos' (II).

Estereotipo	**Elemento a modelar**	**Icono**
«**Financial**»	Cualquier elemento del sistema financiero de la empresa	
«**Human**»	Cualquier recurso humano de la empresa	
«**Contract**»	Contratos de trabajo entre los empleados y la empresa	
«**Availability**»	Disponibilidad de un material o de un recurso humano	«**Availability**»
«**Capacity**»	Capacidad de un material o de un recurso humano	«**Capacity**»
«**Curriculum**»	Elementos del Curriculum Vitae de un recurso humano	«**Curriculum**»
«**Knowledge**»	Temas de conocimiento de un recurso humano	«**Knowledge**»
«**Skill**»	Habilidades de un recurso humano	«**Skill**»
«**Experience**»	Experiencia de un recurso humano	«**Experience**»
«**Cost**»	Coste asociado a un recurso humano	«**Cost**»

En la Figura 5.42 se muestra un ejemplo de **'Diagrama de Recursos'**. El ejemplo representa los recursos de infraestructura en el caso de un empresa cerámica. El diagrama muestra cuales son las diversas infraestructuras que la empresa posee y la relación existente entre ellas junto con los responsables de las más críticas.

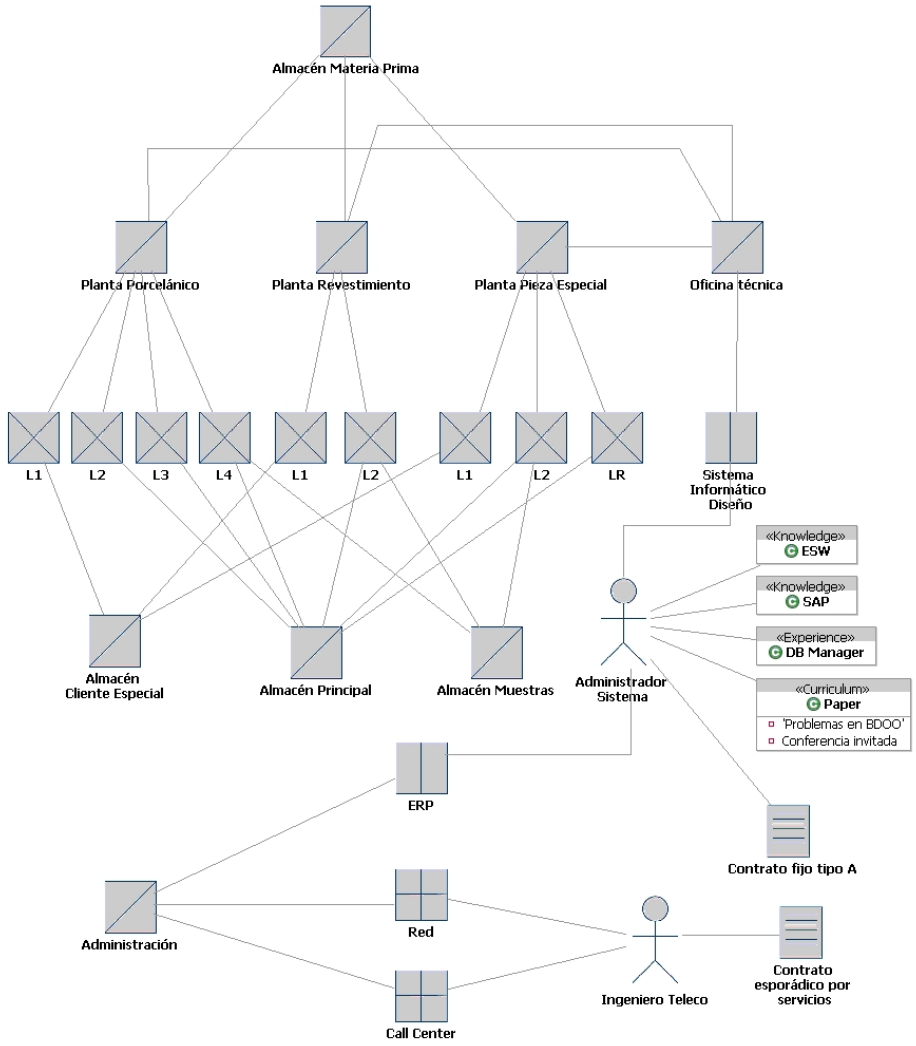

Figura 5.42: Ejemplo de 'Diagrama de Recursos' para el caso de una empresa cerámica.

5.4.4.2. Modelo de Comportamiento

El **'Modelo de Comportamiento'** es el segundo de los modelos que forman el **'Modelo del Sistema'**, y su principal objetivo es representar los componentes dinámicos del sistema informático transaccional de la empresa. Por lo tanto, este modelo permite representar desde un punto de vista dinámico los procesos que tienen lugar en el entorno empresarial y servicios que se ofrecen.

5.4.4.2.1. Metamodelo de Comportamiento. En la Figura 5.43, se puede observar el metamodelo desarrollado para representar la vista dinámica del sistema informático transaccional de una empresa. El metamodelo recoge los constructores necesarios para realizar un modelo con esta finalidad y ha sido desarrollado a partir del conocimiento objetivo descrito en los bloques PROCESO y SERVICIO. Por lo tanto, permite ofrecer el detalle de los procesos que se llevan a cabo en la empresa, mostrando sus entradas, salidas, controles y mecanismo, así como una vista detallada de las propiedades y documentos relacionados con los servicios que la empresa ofrece. Los constructores que forman parte de este metamodelo son los siguientes:

- **ProcessRole:** representa los diversos papeles que los recursos pueden desempeñar en un proceso.
- **ProcessProperty:** representa las características intrínsecas de los procesos. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica el tipo de propiedad asociada al proceso y puede ser uno de los siguientes definidos por la enumeración **'ProcessPropertyType'**: capacity, knowHow, skill, rules, procedures, diagnostic o improvement.
- **MaterialProperty:** subclase de ***Property*** que representa las propiedades que poseen los servicios. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica el tipo al que pertenece la propiedad de los materiales entre los definidos en la enumeración **'MaterialPropertyType'**: availability o capacity.
- **Process:** representa el conjunto de actividades que son llevadas a cabo en la empresa con el objetivo de producir un producto o servicio que posea valor añadido para el cliente final. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **level:** especifica la pertenencia del proceso a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'ProcessLevel'**: business, support o collaborative.
  - **vision:** especifica si la representación del proceso es la actual, es decir, AS-IS, o si es la visión mejorada, TO-BE, estos valores se definen en la enumeración **'ProcessVision'**: asIs o toBe.
- **Activity:** representa cada una de las acciones que se llevan a cabo en un proceso. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **isLeaf:** atributo derivado que se puede obtener de la composición reflexiva que posee esta clase al ser una subclase de la clase **Process**, y que especifica si la actividad es atómica o no.

- **Flow:** representa las conexiones entre las actividades de un proceso. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** especifica para los flujos de entrada y salida de un proceso si se trata de uno de los tipos definidos por la siguiente enumeración **'FlowType'**: material, document, data, decision o workflow.
  - **icom:** especifica en el caso de un flujo que tiene como destino una actividad si se trata de un flujo de entrada, control o de recurso. No es necesario ningún tipo de especificación en el caso de un flujo que tiene como origen una actividad puesto que en ese caso se trata siempre de un flujo de salida. Por último, este atributo sirve para especificar cualquier otro tipo de flujo que pueda darse entre actividades y operadores lógicos o conectores, o entre estos dos últimos. Por lo tanto, es posible para este atributo uno de los siguientes definidos en la enumeración **'FlowIcom'**:
    - **input:** representa un flujo de entrada de materiales o información para llevar a cabo una determinada actividad de un proceso.
    - **control:** representa las restricciones que limitan o restringen la ejecución de una determinada actividad de un proceso.
    - **mechanism:** representa los recursos tanto humanos como materiales necesarios para llevar a cabo una determinada actividad de un proceso.
    - **other:** representa cualquier otro tipo de flujo no incluido entre los anteriores.
- **LogicalOperator:** representa cualquier tipo de operador lógico que se pueda utilizar en un proceso.
- **Connector:** representa los diversos tipos de conectores que pueden darse en un proceso.
- **Service:** representa las prestaciones que una empresa realiza a sus clientes y con los que espera obtener los beneficios deseados.
- **Cost:** representa el coste que supone para la empresa un determinado recurso, en este caso de tipo servicio. Para esta clase se definen los siguientes atributos:
  - **type:** indica el tipo de coste para un determinado servicio siendo posible uno de entre los siguientes definidos por la enumeración **'CostType'**: beforeTax, afterTax, profitability, subjectiveProfitability o addedValue.
- **Document:** representa cualquiera de los impresos que se utilizan en la empresa para la recogida o presentación de la información. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

- **type:** especifica la pertenencia del documento a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'DocumentType'**: standard o claim.

- **MarketingElement:** representa los distintos elementos de marketing que pueden ser asociados a un servicio, como son los catálogos, publicidad o imagen de marca. Para esta clase se definen los siguientes atributos:

  - **type:** especifica la pertenencia del elemento de marketing a una de las siguientes categorías definidas por la enumeración **'MarketingElementType'**: catalog, advertisement o tradeMark.

En el metamodelo de la Figura 5.43 se presentan coloreadas en distinto color las metaclases que no pertenecen al mismo, sino que lo hacen al **Metamodelo de Organización** (ver Sección 5.4.3) y al **Metamodelo de Estructura** (ver Sección 5.4.4.1.1), y que se ha utilizado para indicar las conexiones existentes entre estos metamodelos.

Como en el caso anterior, tampoco se han representado las relaciones de herencia de las clases de este metamodelo con las otras clases del resto de metamodelos. En este caso todos los constructores del metamodelo serían subclases de la metaclase ***KnowledgeProcedure*** (ver Figura 5.22), exceptuando aquellas metaclases pertenecientes al **Metamodelo de Estructura** y la clase **Service** que lo son de la metaclase **TargetKnowledge** (ver Figura 5.22).

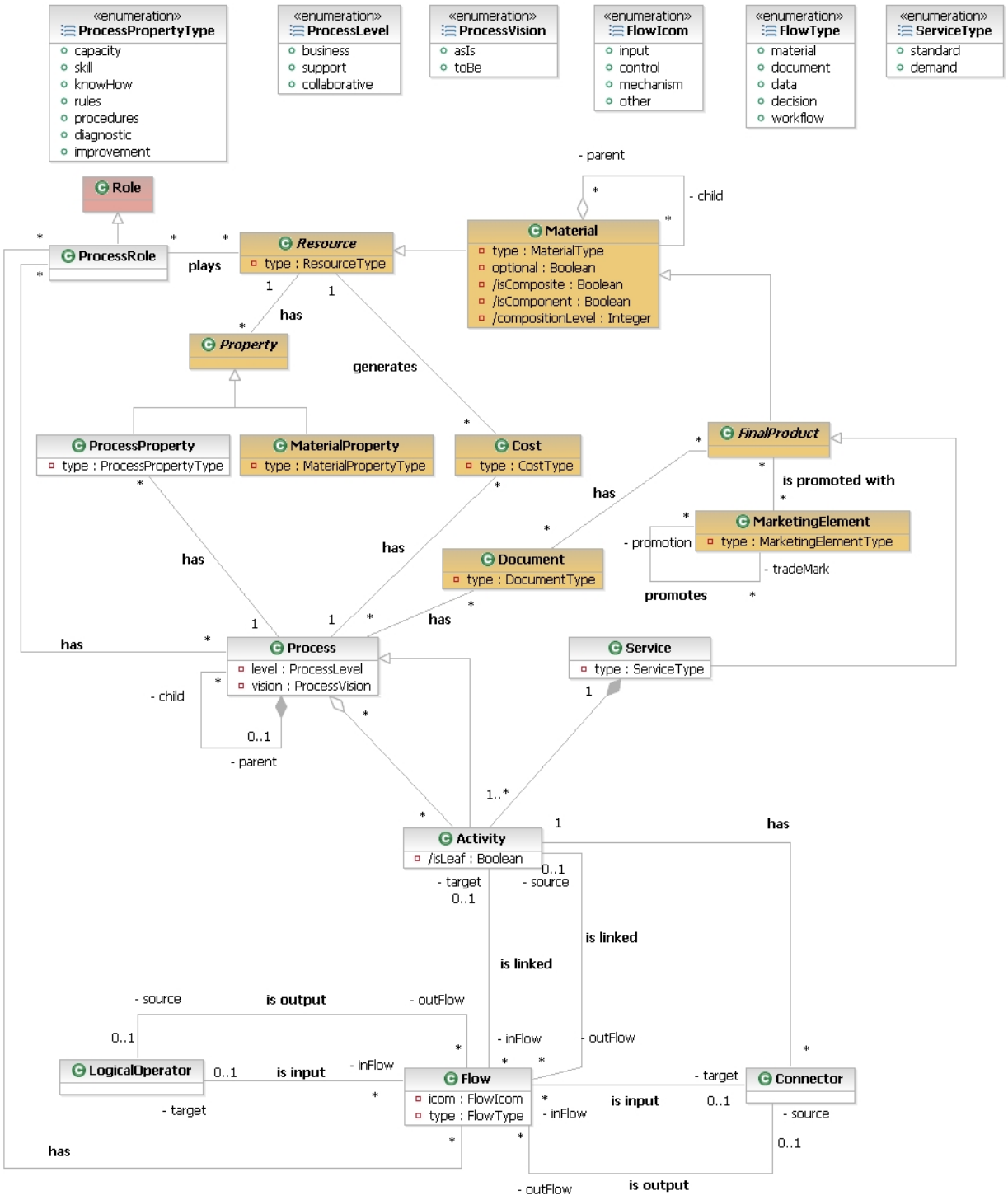

Figura 5.43: Metamodelo para la representación del comportamiento de la empresa.

5.4.4.2.2. 'UML Profile for BM'. A continuación, se describe el perfil de UML2 definido para implementar el Metamodelo de Comportamiento descrito en la sección anterior. Este perfil se ha denominado **'UML Profile for BM'** (Perfil de UML para el Modelado del Comportamiento). En la Figura 5.44, se puede observar el diagrama del perfil en el que se muestran los estereotipos definidos a partir de los constructores definidos en dicho metamodelo y las correspondientes metaclases del Metamodelo de UML2 que extienden.

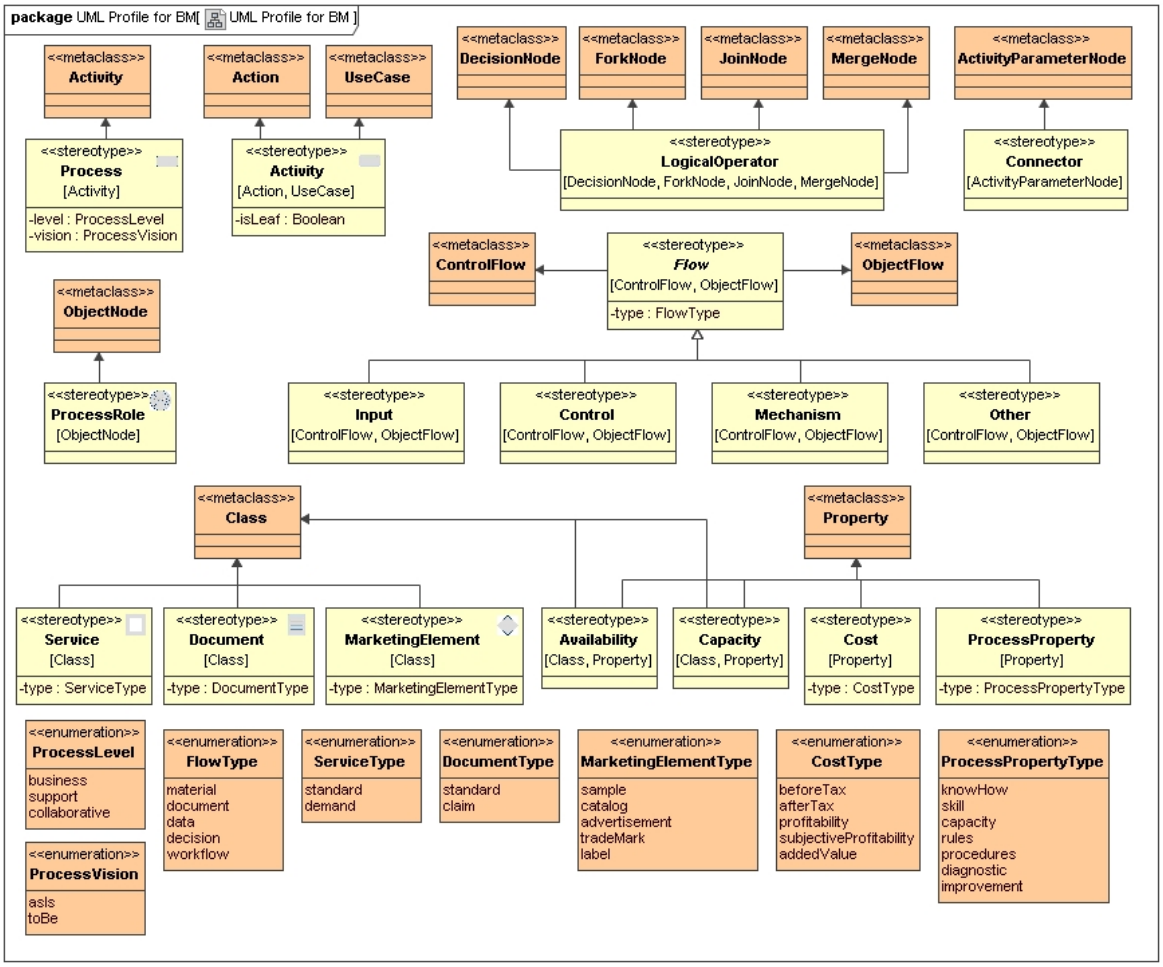

Figura 5.44: Diagrama del 'UML Profile for BM'.

En el Cuadro 5.54 y 5.55, se puede observar la descripción del **'UML Profile for BM'** para el modelado del comportamiento del sistema.

Cuadro 5.54: Descripción del 'UML Profile for BM' para el modelado del comportamiento (I).

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**ProcessRole**»	ObjectNode		Representa los diversos papeles que puede tener un recurso en un proceso
«**ProcessProperty**»	Property		Representa diversas propiedades relacionadas con los procesos como son el know-how, reglas asociadas, diagnóstico de problemas, etc.
		type	Values = capacity OR knowHow OR skill OR rules OR procedures OR diagnostic OR improvement
«**Process**»	Activity		Representa el conjunto de actividades que se llevan a cabo en la empresa para la consecución de un producto o servicio con valor añadido para un cliente
		level	Values = business OR support OR collaborative
		vision	Values = asIs OR toBe
«**Activity**»	Action, UseCase		Representa cada una de las tareas en que se puede dividir un proceso o las funciones que incluye un servicio
		isLeaf	Indica si la actividad ya no se puede descomponer en otras actividades
«***Flow***»	ControlFlow, ObjectFlow		Representa el flujo existente entre procesos
		type	Values = material OR document OR data OR decision OR workflow
«**Input**»	ControlFlow, ObjectFlow		Representa las materias primas necesarias para la ejecución de un proceso
«**Control**»	ControlFlow, ObjectFlow		Representa las restricciones a la ejecución de un proceso
«**Mechanism**»	ControlFlow, ObjectFlow		Representa los recursos humanos y/o materiales necesarios para la ejecución de un proceso
«**Other**»	ControlFlow, ObjectFlow		Representa cualquier tipo de flujo que no sea un ICM
«**LogicalOperator**»	DecisionNode, MergeNode, JoinNode, ForkNode		Representa cualquier tipo de operador lógico
«**Connector**»	ActivityParame -terNode		Representa cualquier tipo de conector

Cuadro 5.55: Descripción del 'UML Profile for BM' para el modelado del comportamiento (II).

Stereotype	**UML Constructor**	**Tagged Value**	**Description**
«**Service**»	Class		Representa cualquiera de los servicios que la empresa puede ofrecer
		type	Values = standard OR demand
«**Availability**»	Class, Property		Representa la disponibilidad de un servicio
«**Capacity**»	Class, Property		Representa la capacidad de un servicio
«**Cost**»	Property		Representa el coste asociado a cada uno de los servicios ofrecidos por la empresa
		type	Values = beforeTax OR afterTax OR profitability OR subjectiveProfitability OR addedValue
«**Document**»	Class		Representa los documentos físicos que se realizan en la empresa
		type	Values = standard OR claim
«**MarketingElement**»	Class		Representa cualquier elemento de marketing relacionado con el servicio
		type	Values = catalog OR advertisement OR tradeMark

5.4.4.2.3. Diagrama de Procesos. El **'Diagrama de Procesos'** forma parte del **'Modelo de Comportamiento'**, uno de los modelos que se puede obtener al aplicar la Propuesta MDK para la obtención del mapa de conocimiento empresarial. En particular, mediante este diagrama una empresa puede modelar el conocimiento objetivo del bloque PROCESO con mayor nivel de detalle, representando los ICOMs de los procesos de la empresa. Los principales estereotipos del **'UML Profile for BM'** (ver Sección 5.4.4.2.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.56, junto con su icono específico.

Cuadro 5.56: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Procesos'.

Estereotipo	**Elemento a modelar**	**Icono**
«**ProcessRole**»	Rol de los recursos en un proceso	
«**Process**»	Procesos de negocio, de soporte o colaborativos	
«**Activity**»	Actividades de los procesos	
«**Input**»	Entradas de un proceso	«**Input**»
«**Control**»	Controles de un proceso	«**Control**»
«**Mechanism**»	Recursos de un proceso	«**Mechanism**»
«**Other**»	Cualquier tipo de flujo que no sea un ICM	«**Other**»
«**LogicalOperator**»	Operadores lógicos usados en la representación de un proceso	«**LogicalOperator**»
«**Connector**»	Conectores de un proceso	«**Connector**»
«**ProcessProperty**»	Propiedades de un proceso	«**ProcessProperty**»

En la Figura 5.45 se muestra un ejemplo de **'Diagrama de Procesos'**. El ejemplo muestra el modelado de las actividades del proceso de gestión del pedido en una empresa cerámica.

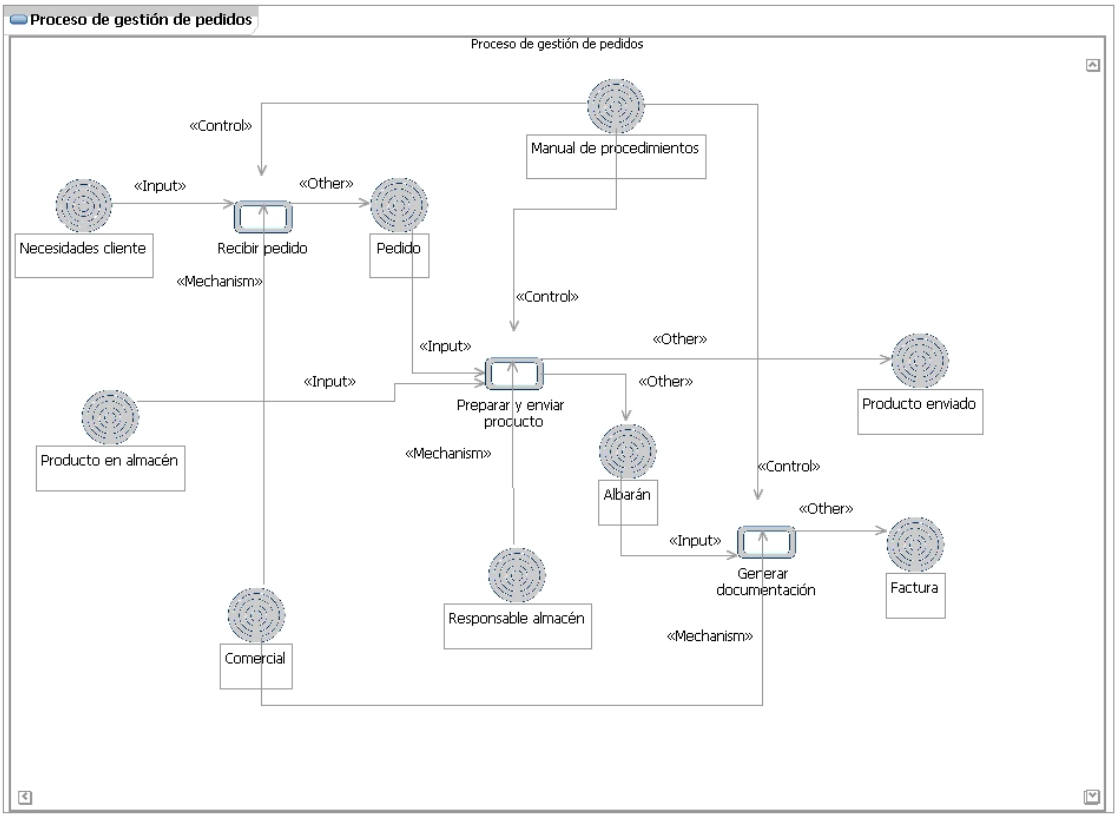

Figura 5.45: Ejemplo de 'Diagrama de Procesos' para el proceso de gestión de pedidos.

5.4.4.2.4. Diagrama de Servicios. El **'Diagrama de Servicios'** forma también parte del **'Modelo de Comportamiento'**. Este diagrama permite representar el conocimiento objetivo del bloque SERVICIO con mayor nivel de detalle. Por lo tanto, hace posible modelar los servicios que la empresa proporciona. Los principales estereotipos del **'UML Profile for BM'** (ver Sección 5.4.4.2.2) que se pueden utilizar para llevar a cabo este diagrama se muestran en el Cuadro 5.57, junto con su icono específico.

Cuadro 5.57: Estereotipos e iconos que se pueden usar en el 'Diagrama de Servicios'.

Estereotipo	**Elemento a modelar**	**Icono**
«**Service**»	Cualquier servicio ofrecido por la empresa	
«**Activity**»	Funciones empresariales asociadas a los servicios	
«**Document**»	Documentos, incluyendo estándares y reclamaciones	
«**MarketingElement**»	Elementos de marketing asociados a un servicio, como catálogos, publicidad, etc.	
«**Availability**»	Disponibilidad de un servicio	«**Availability**»
«**Capacity**»	Capacidad de un servicio	«**Capacity**»
«**Cost**»	Coste asociado a un servicio	«**Cost**»

En la Figura 5.46 se muestra un ejemplo de **'Diagrama de Servicios'**. El ejemplo representa el servicio de atención de reclamaciones de clientes en el caso de una empresa cerámica.

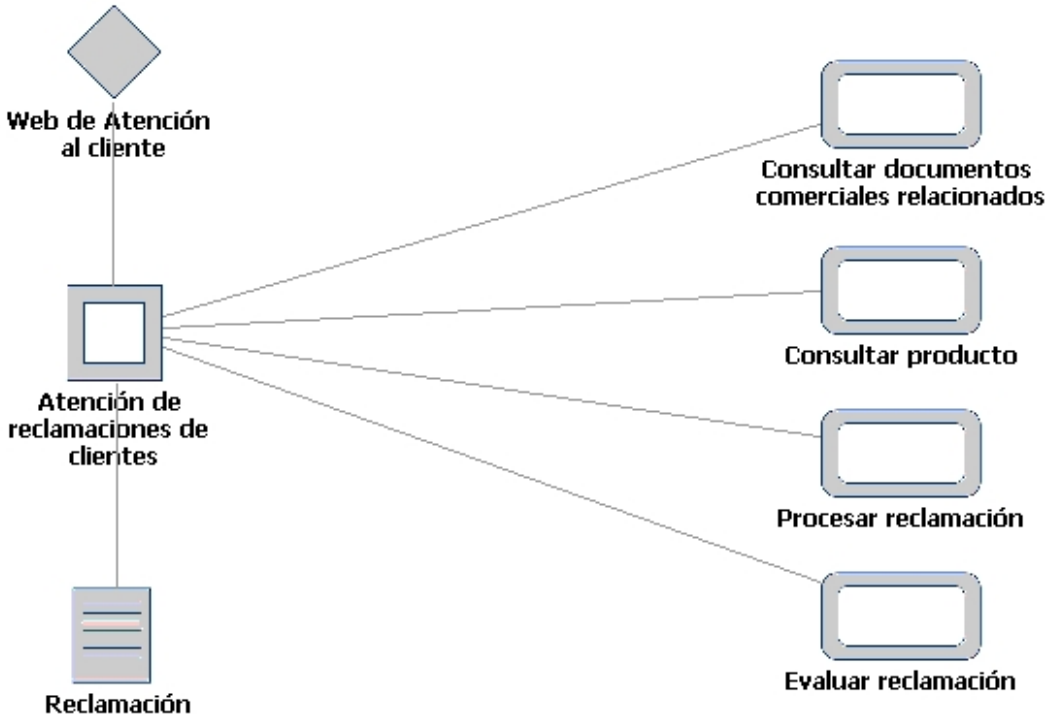

Figura 5.46: Ejemplo de 'Diagrama de Servicios' para el caso del servicio de atención de reclamaciones de clientes.

5.5. Conclusión

Los sistemas de gestión del conocimiento pueden ser utilizados en las empresas virtuales de forma similar a como son utilizados en una empresa individual. Sin embargo, las características especiales de este nuevo paradigma organizativo requiere la introducción de un marco conceptual de conocimiento que permita a los partners que forman la empresa virtual compartir los mismos conceptos, y familiarizarse con los procedimientos y actitudes del resto de partners con la finalidad de implementar un sistema de gestión del conocimiento eficiente. En esta sección, se ha mostrado como es posible obtener ese **marco conceptual de conocimiento mediante la utilización de la Propuesta MDK**. Ésta ha sido elaborada en el marco del Proyecto CICYT 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales' y en concreto para dar respuesta a la fase III de la Metodología KM-IRIS desarrollada en el proyecto. Ambos tenían por objetivo la elaboración de un lenguaje de modelado que permitiera la obtención del mapa de conocimiento de una empresa virtual. La Propuesta MDK que constituye la principal aportación de esta tesis, junto con el desarrollo y validación de las dos primeras fases de la metodología, ha logrado la consecución de este objetivo extendiendo UML2 mediante su mecanismo de perfiles.

En primer lugar, se ha definido cual es el **conocimiento objetivo** de los siguientes bloques conceptuales de conocimiento: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO y RECURSO predefinidos en la Metodología KM-IRIS. El resultado obtenido ha sido un conjunto de plantillas en las cuales se recoge para cada bloque el conocimiento objetivo que se desearía gestionar en una empresa tipo clasificado en diversas categorías y subcategorías ontológicas. A pesar de que cada empresa tiene sus propios objetivos y estrategias en estas plantillas se ha identificado el conocimiento general que puede estar presente en cualquier tipo de empresa y luego puede ser particularizado a las características intrínsecas y particulares de cada organización. Por lo tanto, estas plantillas pueden ser utilizadas como modelo de referencia en la fase I de identificación del conocimiento objetivo de la Metodología KM-IRIS.

En segundo lugar, y siguiendo con esta filosofía, se han identificado los elementos de la **fase II de extracción** del conocimiento objetivo de la Metodología KM-IRIS. En concreto, se han identificado las variables de entrada necesarias para obtener el conocimiento objetivo identificado en la fase anterior, y las principales fuentes de conocimiento en las cuales se podría localizar este conocimiento en una empresa tipo. El resultado recogido en forma de plantillas también pueden ser usado a modo de modelo de referencia en la fase II de la citada metodología. Por último, y relacionado con esta fase, se ha presentado una síntesis de los procedimientos de extracción y cálculo que es necesario aplicar para la extracción del conocimiento, así como de los

principales tipos de técnicas que pueden ser utilizados en cada uno de ellos.

Finalmente, se ha presentado la **Propuesta MDK** para el modelado del mapa de conocimiento de una empresa virtual con la finalidad de dotar a la fase III de representación del conocimiento objetivo de un lenguaje que permita tal fin. Para elaborar la propuesta de modelado y determinar cuales son los constructores que debe poseer el lenguaje se han tenido en cuenta dos aspectos. El primero de ellos, los resultados de las fases I y II de la Metodología KM-IRIS presentados en esta sección, los cuales constituyen los requisitos de conocimiento sobre los que se basa la propuesta. Y el segundo, los trabajos realizados a nivel CIM en el contexto del modelado empresarial, como son UEML y POP*, con la finalidad de tener en cuenta los avances realizados para la obtención de modelos empresariales interoperables.

Por otra parte, la propuesta de modelado no ha consistido en definir un nuevo lenguaje de modelado, sino que se ha utilizado **UML2** y su nueva definición de los perfiles, para extender este lenguaje de modelado al dominio del conocimiento empresarial. De esta manera, en esta sección se han presentado los diversos **metamodelos** desarrollados para recoger los requisitos de conocimiento antes mencionados, y los **perfiles de UML2** que implementan estos metamodelos. Estos perfiles pueden ser utilizados para representar el conocimiento empresarial según la Metodología KM-IRIS y también para llevar a cabo el modelado empresarial del resto de dimensiones empresariales tradicionalmente definidas. Puesto que éstas coinciden con una representación detallada que puede hacerse de los bloques conceptuales de conocimiento predefinidos en esta Metodología. La aplicación de los perfiles para la representación del conocimiento tiene como resultado un conjunto de **diagramas** que según la Propuesta MDK, la cual está basada en la arquitectura MDA, se agrupan en los **modelos** propuestos en los dos niveles de abstracción, **CIM-Knowledge** y **CIM-Business**, que constituyen el **mapa de conocimiento empresarial**.

Capítulo 6

Aplicación de la Propuesta MDK

La **Propuesta MDK** presentada en el Capítulo 5 ha sido aplicada a un caso real con la finalidad de validar los perfiles de UML definidos para modelar el conocimiento empresarial. Para llevar a cabo esta aplicación se ha seleccionada el caso de una OTRI. Una OTRI es una entidad sin ánimo de lucro dedicada a la transferencia de los resultados de investigación desde el ámbito de las universidades hacia su entorno socio-económico. Su principal objetivo es acercar ambos mundos con la finalidad de transferir tecnología y hacer posible la investigación aplicada, es decir, hacer factibles en el ámbito empresarial los avances en el campo de la investigación universitaria.

En particular, se ha analizado el caso de la '**Fundació Universitat Jaume I-Empresa**' (FUE-UJI), la cual posee entre una de sus atribuciones la de funcionar como una OTRI. El proyecto llevado a cabo ha consistido en desarrollar el mapa de conocimiento de la FUE-UJI siguiendo la Propuesta MDK y la Metodología KM-IRIS. Para ello, en primer lugar se ha identificado cual es el conocimiento objetivo de la entidad con vistas a desarrollar su Sistema de Gestión de Conocimiento (SGC), así como las variables de entrada, fuentes de conocimiento y procedimientos necesarios para la extracción y cálculo del conocimiento. Finalmente, se ha aplicado la Propuesta MDK utilizando los perfiles implementados en el Capítulo 5 para la obtención del Mapa de Conocimiento de la FUE-UJI. En las siguientes secciones se presenta un breve resumen de los pasos seguidos y de cada uno de los resultados obtenidos.

6.1. Objetivos de la aplicación

El principal motivo de la aplicación de la propuesta MDK al caso de una empresa real ha sido el de validar por una parte la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa virtual, y por otra la Propuesta MDK desarrollada con la finalidad de dar soporte a su fase III de representación de conocimiento. En lo referente a la validación de la Propuesta MDK cabe destacar la importancia de tener un ejemplo práctico que permita por una parte la validación de los perfiles de UML definidos de forma teórica en el Capítulo 5, y por otra el disponer de un ejemplo práctico que permita probar la viabilidad de los mismos como lenguaje de modelado del conocimiento empresarial, y además haga posible una mejor comprensión de como utilizar estos perfiles para llevar a cabo el modelado del conocimiento en una empresa. Este objetivo general se puede concretar en los siguientes:

1. Validar la Metodología KM-IRIS adaptada a la empresa virtual en lo concerniente a sus tres primeras fases, las cuales incluyen la identificación del conocimiento objetivo, su extracción y representación.

2. Validar la Propuesta MDK, la cual propone dos niveles de abstracción para la realización de modelos empresariales a nivel CIM mediante UML, que luego sean fácilmente transformables a nivel PIM.

3. Validar los metamodelos definidos con la finalidad de generar un lenguaje de modelado que permita modelar el conocimiento empresarial, basándose en el marco conceptual definido por la Metodología KM-IRIS en sus dos primeras fases.

4. Validar los perfiles de UML desarrollados para el modelado del conocimiento empresarial con la finalidad de proponer una solución técnica que haga posible la implementación de los metamodelos y su uso a nivel práctico.

5. Retroalimentar tanto las fases de identificación y extracción, como la de representación. De forma que tanto las plantillas de conocimiento objetivo y de extracción, así como los metamodelos y los perfiles desarrollados puedan ser mejorados con los resultados de su aplicación en un caso real.

6.2. Descripción de la Fundació Universitat Jaume I-Empresa (FUE-UJI)

La Fundació Universitat Jaume I-Empresa (FUE-UJI) de Castellón, es una institución cultural privada sin ánimo de lucro y de carácter permanente, creada en 1993 y promovida por la Universitat Jaume I de Castellón y su Consejo Social, y por la Confederación de Empresarios de Castellón (CEC). El objetivo básico de la FUE-UJI es el de promover y fomentar la investigación científica y la docencia universitaria en todos los ámbitos relacionados con la universidad y su entorno socio-económico, particularmente en materia de [73]:

- Promoción de la investigación y el desarrollo tecnológico.
- Transferencia de resultados de investigación y desarrollo.
- Formación.
- Estancias en prácticas de alumnos en empresas.
- Orientación al autoempleo de los estudiantes universitarios.
- Promoción y realización de jornadas, seminarios, congresos, etc.
- Oficina de empleo especializado: Centro asociado al 'Servici Valencià d'Ocupació i Formació' (Servef).
- Gestión económica y administrativa de convenios y contratos.

Por lo tanto, la FUE-UJI es una entidad cuyo fin es potenciar y canalizar las relaciones entre la universidad y la sociedad facilitando la cooperación, de forma que sea posible aplicar los resultados científicos obtenidos por los grupos de investigación de la universidad en el desarrollo de tecnología y soluciones aptas tanto para las empresas públicas como privadas. Para ello, la FUE-UJI ofrece diversos tipos de servicios con la finalidad de aumentar la competitividad de las empresas de su entorno y su adaptación al actual entorno económico globalizado. El conjunto de servicios que la FUE-UJI es capaz de prestar pueden resumirse en tres grandes grupos:

1. Innovación mediante la transferencia de conocimiento, soluciones metodológicas, tecnología, casos de éxito, etc. desarrollados en la universidad.
2. Formación mediante la gestión de estancias en prácticas, organización de cursos, seminarios, jornadas, etc.

3. Promoción de la ocupación mediante la asociación al SERVEF.

Por lo tanto, la FUE-UJI es una entidad que está estrechamente relacionada con la Universitat Jaume I de Castellón, que sin embargo posee una entidad jurídica independiente, y se encuentra dirigida a través del patronato, máximo organismo de gobierno, representación, administración y decisión. En este patronato se encuentran representados tanto integrantes de la Universitat Jaume I y su Consejo Social, como de sus patronos, empresas que ayudan mediante su financiación económica desinteresada a la consecución de los objetivos de la FUE-UJI. A nivel de estructura organizativa y basándose en la tipología de servicios que la FUE-UJI ofrece a la sociedad se distinguen las siguientes áreas y departamentos:

- **Área de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I):** dedicada a la transferencia de conocimientos y resultados científicos de los distintos grupos de investigación que existen en la Universitat Jaume I a las empresas de la provincia de Castellón.
- **Área de formación y jornadas:** su principal función consiste en la organización de cursos de formación tanto de postgrado como orientados a la formación continua, así como de jornadas y seminarios en el ámbito de la formación dirigida a profesionales.
- **Área de prácticas, empleo y autoempleo/creación de empresas:** una de sus principales funciones es fomentar las estancias en prácticas y el empleo, así como asesorar y apoyar a nuevos empresarios que deseen crear su propia empresa. En esta área cabe destacar que la FUE-UJI es un centro asociado al SERVEF con lo que se pretende promocionar el empleo en conexión directa con la administración autonómica.
- **Departamento de administración:** es el encargado de gestionar los procesos contables y de recursos humanos de la fundación, convirtiéndose en un servicio de soporte por ejemplo en la gestión de convenios y tramitación de ayudas vinculadas a proyectos. En este departamento también se incluyen las tareas de dirección y organización de la entidad.
- **Departamento de informática y comunicación:** se ocupa de la gestión de los sistemas de información de la empresa, dando además difusión de sus actividades, cursos, etc. y de su imagen corporativa a través de la web de la fundación.

La principal razón para elegir el caso de la FUE-UJI para la aplicación de la Propuesta MDK ha sido que uno de sus objetivos estratégicos es establecer un Sistema

de Gestión del Conocimiento que permita tanto a sus empleados, clientes, proveedores y patronos, y a la sociedad en general acceder a aquel conocimiento que la entidad posee y es útil.

La FUE-UJI puede ser considerada como una empresa virtual puesto que no es un ente aislado sino que para lograr sus objetivos necesita de una estrecha relación tanto con el entorno académico, representado principalmente por la universidad, como con el entorno socio-económico, representado por las empresas de la zona, entidades públicas, asociaciones empresariales y sociales, etc. Por todo ello, esta entidad es un buen ejemplo a tener en cuenta para la aplicación de la propuesta en un caso real.

6.3. Metodología seguida en la aplicación de la Propuesta MDK

En esta sección se detallan cuales han sido los pasos seguidos para la aplicación de la Metodología KM-IRIS y la Propuesta MDK en el caso de la FUE-UJI. El primer paso del proyecto ha consistido en identificar cual es el conocimiento objetivo, es decir, cual es el conocimiento que la FUE-UJI considera que es necesario gestionar en su futuro sistema de gestión del conocimiento por considerarlo clave para la consecución de sus objetivos estratégicos. En la Figura 6.1 puede observarse la posición relativa del sistema de gestión del conocimiento con el resto de sistemas informáticos que posee la FUE-UJI.

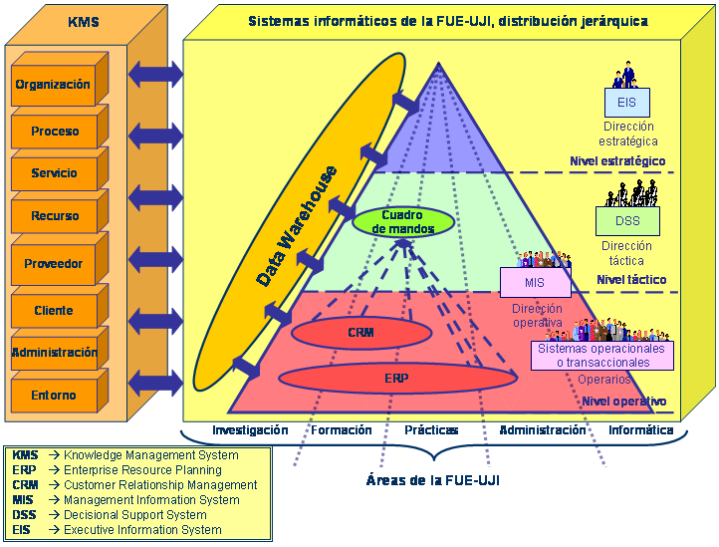

Figura 6.1: Arquitectura informática en el caso FUE-UJI.

Tras una primera reunión con los directivos de la entidad, en la cual han sido expuestas las bases de la metodología, se han identificado cuales son los bloques conceptuales de conocimiento que se consideran claves para sustentar su sistema de gestión del conocimiento, siendo el resultado: ORGANIZACIÓN, PROCESO, SERVICIO, RECURSO, PROVEEDOR, CLIENTE, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO. Cabe destacar que por ejemplo, no se han considerado de vital importancia para el sistema el bloque de PROPIETARIO al ser una entidad sin ánimo de lucro, ni el bloque de EMPLEADO puesto que en esta primera fase es suficiente contemplarlo en el bloque de RECURSO, puesto que el volumen de trabajadores de la empresa aun no es lo suficientemente elevado como para necesitar recoger las satisfacción o las relaciones con los empleados a través de su sistema de gestión del conocimiento. En

el caso del PRODUCTO, el bloque no se ha considerado puesto que se trata de una empresa que no fabrica ningún tipo de producto sino que su principal actividad se centra en la prestación de servicios. Por otra parte, no ha sido necesario añadir ningún otro tipo de bloque conceptual de conocimiento puesto que con los propuestos en la Metodología KM-IRIS está cubierta toda la actividad de la entidad, y esta agrupación conceptual se ajusta a las necesidades y estructura organizativa que posee la empresa. Finalmente en este paso, para cada uno de los bloques conceptuales se ha definido un usuario clave con la finalidad de poder entrevistarlo y llevar a cabo las dos primeras fases de la metodología, la de identificación y la de extracción.

Tras una primera ronda de entrevistas con los usuarios claves de la FUE-UJI, en primer lugar se ha identificado el conocimiento objetivo para cada uno de los bloques conceptuales antes mencionados. Para ello, se han utilizado las plantillas de conocimiento objetivo definidas en el Capítulo 5 para los bloques conceptuales allí detallados a modo de modelo de referencia. Para el resto de bloques conceptuales predefinidos en la Metodología KM-IRIS se han utilizado las plantillas desarrolladas en el Proyecto CICYT. Es interesante remarcar que en las entrevistas a los usuarios claves es necesario en primer lugar preguntarles sobre cuales son sus necesidades en relación con el conocimiento objetivo, qué es lo que necesitarían saber de su área de trabajo y del resto en relación con su trabajo diario. De esta forma se permite que sea el usuario el que tome la iniciativa y explique sus propias propuestas y necesidades. En una segunda etapa de la entrevista, se le ayuda con las plantillas definidas para comprobar si los requisitos de conocimiento se encuentran en la misma y si parte del conocimiento objetivo recogido en las plantillas, puede ser de utilidad gestionarlo en su empresa. El resultado obtenido de las entrevistas se ha sintetizado en un documento en el cual para cada bloque se recoge el conocimiento objetivo que se desea gestionar y las categorías y subcategorías ontológicas en las cuales tiene sentido clasificarlo en esa entidad en particular.

En segundo lugar se ha realizado una validación del conocimiento objetivo identificado para cada bloque por parte de la dirección. De esta manera en la segunda ronda de entrevistas a los usuarios claves se ha refinado la lista de conocimiento objetivo, en base a la validación de la directiva, y se han identificado las variables externas que son necesarias para obtener cada uno de ellos, las fuentes de origen para cada una de ellas, y los procedimientos que es necesario aplicar para su obtención. Para llevar a cabo esta tarea se han utilizado también las plantillas de extracción definidas en el Capítulo 5 y en la Metodología KM-IRIS.

Finalmente, y tras la última validación por parte de la dirección del conocimiento objetivo identificado así como de sus parámetros de extracción se ha procedido a desarrollar los distintos diagramas de la Propuesta MDK organizados en sus dos niveles de abstracción.

6.4. Resultados obtenidos en la aplicación

En esta sección se muestra un resumen tanto de los resultados de la fase de identificación como de la de extracción en relación con los modelos presentados para cada uno de los niveles de abstracción de la Propuesta MDK.

6.4.1. Identificación del conocimiento

En el Cuadro 6.1 se muestran los bloques conceptuales de conocimiento que se han considerado claves para establecer el Mapa de Conocimiento de la FUE-UJI y su posterior sistema de gestión del conocimiento. Estos se han obtenido tras las sucesivas entrevistas con los usuarios claves y reuniones de validación con la directiva, en las cuales además se ha identificado para cada uno de los bloques las diversas categorías y subcategorías ontológicas que tienen sentido en la empresa y el conocimiento objetivo que se desea gestionar en cada una de ellas. Por último, en este cuadro se recoge información sobre la relación existente entre los bloques conceptuales definidos y el área o departamento de la FUE-UJI.

Cuadro 6.1: Bloques conceptuales y categorías ontológicas para el caso FUE-UJI.

Bloque	**Categoría ontológica**	**Área o departamento relacionados**
ORGANIZACIÓN	Metas	Investigación, Administración
	Estructura organizativa	Investigación, Administración
	Análisis	Investigación, Administración
	Reglas de negocio	Investigación, Administración
PROCESO	Aspectos a modelar	Investigación, Formación, Prácticas
	Flujos	Investigación, Formación, Prácticas
	Niveles de proceso	Investigación, Formación, Prácticas
SERVICIO	Aspectos funcionales	Investigación
	Propiedades	Investigación
RECURSO	Humanos	Formación, Administración
	Materiales	Formación, Informática
PROVEEDOR	Propiedades	Investigación, Formación, Prácticas
	Satisfacción	Investigación, Formación, Prácticas
	Relaciones	Investigación, Formación, Prácticas
CLIENTE	Propiedades	Investigación, Formación, Prácticas
	Satisfacción	Investigación, Formación, Prácticas
	Relaciones	Investigación, Formación, Prácticas
ADMINISTRACIÓN	Ayudas públicas	Investigación
	Política	Investigación
ENTORNO	Relaciones	Investigación, Formación, Prácticas
	Distrito empresarial	Investigación, Formación, Prácticas

A continuación, se presenta un resumen del conocimiento objetivo identificado en el caso de la FUE-UJI. Éste se ha organizado en diversos cuadros según el bloque

conceptual en el cual ha sido identificado. En cada uno de ellos se muestra las categorías y subcategorías ontológicas definidas en ese bloque, el conocimiento objetivo del modelo de referencia que se ha identificado en el caso de la FUE-UJI y la instancia en particular que se desea recoger en ese conocimiento objetivo. Debido a la extensión de la aplicación sólo se detalla el conocimiento objetivo para los bloques conceptuales: ORGANIZACIÓN, PROCESO, SERVICIO y RECURSO, con la finalidad de recoger los inputs que luego son presentados en los modelos realizados siguiendo la Propuesta MDK. En el Cuadro 6.2 y 6.3 se puede observar el conocimiento objetivo definido en el caso de la FUE-UJI para el bloque de ORGANIZACIÓN:

Cuadro 6.2: Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque ORGANIZACIÓN (I).

Categoría	**Subcategoría**	**Conocimiento objetivo**	**Instancia**
Metas	Nivel estratégico	Misión	Conseguir la transferencia de resultados desde la universidad hacia su entorno socio-económico más próximo.
		Visión	Convertirse en un referente integrador de resultados de investigación y de formación en su entorno.
		Objetivos estratégicos	Conseguir ofrecer a las empresas de su entorno un amplio abanico de servicios derivados de los resultados de investigación alcanzados en la universidad.
			Conseguir ser un referente en la organización de cursos de formación.
			Facilitar el acceso de los estudiantes del entorno universitario al mundo laboral.
			Satisfacer la oferta y demanda de empleo en el entorno universitario.
		Oportunidades	Crecer en el aspecto formativo y de integración de la investigación a medida que lo hace la universidad y su entorno socio-económico.
			Aprovechar el crecimiento demográfico derivado de la inmigración, en relación con la formación y el empleo.
		Amenazas	La globalización y deslocalización de empresas en el sector cerámico, principal motor de la economía de la zona.
		Estrategia	Orientar la prestación de servicios a las necesidades de los clientes, ofreciendo un alto valor añadido de innovación.
		Factores críticos de éxito	Determinar qué grupos de investigación son prioritarios y los factores que determinan su asignación a un determinado proyecto.
			Determinar la prioridad de los proyectos para su ejecución.
	Nivel táctico	Objetivos tácticos	Ofrecer servicios de gestión de proyectos y expedientes.
			Organizar cursos de forma eficiente.
			Garantizar una buena gestión de la oferta y la demanda en lo referente al empleo.
	Nivel operativo	Objetivos operativos	Cambiar el sistema informático para mejorar la gestión de proyectos y servicios derivados de la investigación.
			Realizar reuniones trimestrales de evaluación con los ofertantes de servicios derivados de la investigación.
			Crear un nuevo máster en el Área de Ciencias de la Salud.
			Realizar acciones puntuales de promoción para mejorar la difusión de ofertas de empleo.

Cuadro 6.3: Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque ORGANIZACIÓN (II).

Categoría	Subcategoría	Conocimiento objetivo	Instancia
Estr. organizativa	Visión directiva y administrativa	Figura jurídica	Consiste en una fundación sin ánimo de lucro regida por un patronato, con estrecha relación con la Universitat Jaume I pero con personalidad jurídica independiente.
		Empresa virtual	Formada por la FUE-UJI, la Universitat Jaume I, y el entorno socio-económico de la provincia de Castellón en el cual se incluyen empresas, entidades públicas, organizaciones de distinto tipo y personas que a título individual pueden solicitar sus servicios. Tendría una organización en estrella en la cual la FUE-UJI constituye el nodo central.
	Visión de recursos humanos	Cargos/perfiles de puestos de trabajo	Los principales puestos de trabajos definidos son: gerente, director de departamento, responsable de área, técnico de área, administrativo e informático.
		Roles	Se distinguen los roles de planificación, dirección, control, responsabilidad, liderazgo, técnico y coordinación.
Análisis	Centros control	Indicadores financieros	Parámetros necesarios para poder realizar una inversión en un nuevo proyecto, o en la implantación de un nuevo servicio en un tema de investigación novedoso.
			Grado de consecución de los objetivos económico-financieros.
		Indicadores de clientes	Número de proyectos solicitados y realizados por cliente, así como los ingresos medios y totales por cliente y proyecto.
			Vida media de los clientes.
			Grado de satisfacción de los clientes.
		Indicadores de proceso	Número de expedientes abiertos frente al número de consecución de proyectos concedidos y realizados.
			Número de ediciones de un curso realizado y progresión del número de alumnos matriculados y empleados.
			Grado de diversificación de los servicios ofertados.
		Indicadores tecnológicos	Grado de consecución de los objetivos tecnológicos marcados por la entidad.
Reglas de negocio	Implícitas	Normas de conducta	La ética de los empleados en la solicitud y ejecución de los proyectos.
			Confidencialidad en los resultados obtenidos y en los datos personales y empresariales.
			Pasos a seguir ante el ofrecimiento de un nuevo servicio proveniente de un nuevo grupo de investigación, así como las acciones que se desencadenan.
	Reglas de restricción	Estímulo/ respuesta	Petición por parte de un cliente de un determinado servicio, buscando si éste ya se ofrece o se precisa contactar con un nuevo grupo de investigación que pudiera ofrecerlo.
			Ofrecimiento de un grupo de investigación para la prestación de un determinado servicio, lo cual desencadena una serie de acciones de publicidad y promoción del mismo.
			Petición de una nueva competencia no ofrecida hasta el momento por parte de una empresa o particular, lo cual desencadena el estudio para la posible organización de un curso.
			Petición de personal en formación por parte de una empresa, lo cual desencadena una oferta de estancia en prácticas.
			Petición de personal laboral por parte de una empresa, cuyo resultado es la oferta de un puesto de trabajo.

En el Cuadro 6.4 y 6.5 se puede observar el conocimiento objetivo definido en el caso de la FUE-UJI para el bloque de PROCESO:

Cuadro 6.4: Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque PROCESO (I).

Categoría	**Subcategoría**	**Conocimiento objetivo**	**Instancia**
Aspectos a modelar	AS-IS	Inputs, Outputs, Restricciones, Mecanismos	Conocer cuales son los ICOMs para los procesos de: Gestión de expedientes, Promoción de la investigación, Organización de cursos de formación, Gestión de prácticas formativas y Gestión de recursos materiales.
	TO-BE	Diagnóstico y propuesta de mejora	Realizar un diagnóstico de la situación de los procesos modelados en la categoría AS-IS, con la finalidad de proponer diversas mejoras.
	Documentos	Básicos	Expedientes sobre los proyectos solicitados, los cuales pasan por diversos estados: promovido, aprobado, renunciado, finalizado, cancelado o cerrado.
			Otros documentos creados y utilizados en las diferentes fases de elaboración de los convenios/expedientes.
			Documentación de cursos de formación: matrículas, controles de asistencia, horarios, convenio de curso, documento de pago, diplomas o títulos.
			Documentación de prácticas formativas: preinscripciones, curriculum, convenios de estancias en prácticas, anexos y prórrogas a los convenios, informes.
	Reglas	Legales	Normativa legal aplicable a la organización de cursos.
			Normativa legal que regula las estancias en prácticas y la contratación para la realización de las mismas.
		Procedimientos internos	Conocer cual es la normativa que se lleva a cabo en la gestión de expedientes teniendo en cuenta los distintos estados por los que pasa y cuales son las condiciones que se deben cumplir para llevar a cabo el paso de un estado a otro.
	Coste	Bruto/neto	Poder realizar un seguimiento de los proyectos de investigación: gestión económica, convenios relacionados, memoria del proyecto, etc.
			Calcular el coste de gestión de los cursos de formación.
		Rentabilidad financiera	Calcular la rentabilidad de los convenios de aplicación de la investigación para la entidad.
			Calcular la rentabilidad de los cursos de formación para la entidad.
			Calcular la rentabilidad de las estancias en prácticas para la entidad.

Cuadro 6.5: Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque PROCESO (II).

Categoría	**Subcategoría**	**Conocimiento objetivo**	**Instancia**
Flujos	De documentos	Inter-empresarial	Conocer cuál es el proceso que siguen los documentos sobre convenios y expedientes, desde el primer contacto entre cliente-proveedor hasta su finalización.
			Conocer el estado en el que se encuentra un determinado expediente/convenio, incluso cuando es una solicitud.
	De datos/inf./cto.	Inter-empresarial	Disponer de información (número de proyectos, empresas, sectores, departamentos, etc.) de todos los convenios/expedientes que se han llevado a cabo a lo largo del tiempo.
	De decisión/ control	Interno	Conocer cuales son los pasos de validación aprobación por los que deben pasar los convenios/expedientes.
	De trabajo	Interno	Saber en todo momento cuales son los puestos de trabajo implicados en la tramitación de un expediente y cual es la secuencia de tareas que éste debe seguir.
Niveles de proceso	De negocio	De venta	Promoción de la investigación.
			Organización de cursos.
			Gestión de prácticas formativas.
	De soporte	De administración	Gestión de contabilidad.
			Gestión financiera.
			Gestión de impuestos
		De RRHH	Gestión de nóminas.
			Gestión de contrataciones.
	Colaborativos	Puntos de interoperabilidad	Establecer los contactos con los clientes que en este caso son las empresas de la zona que demandan un determinado servicio relacionado con la promoción de la investigación.
			Establecer contactos con los grupos de investigación de la universidad que proporcionan determinado tipo de servicios basados en sus resultados de investigación que pueden ser aplicados a las empresas de la zona.

En el Cuadro 6.6 se puede observar el conocimiento objetivo definido en el caso de la FUE-UJI para el bloque de SERVICIO:

Cuadro 6.6: Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque SERVICIO.

Categoría	**Subcategoría**	**Conocimiento objetivo**	**Instancia**
Aspectos funcionales	Tipificación	Estándar	Se ofrece tres servicios básicos: transferencia de tecnología y resultados provenientes de la investigación, organización y gestión de cursos de formación estándar y gestión de prácticas formativas.
		Bajo pedido	En esta modalidad se ofrece búsqueda de soluciones tecnológicas y de investigación según las necesidades de las empresas, y organización y gestión de cursos de formación a la carta según las necesidades de los clientes.
			Condiciones que se necesitan para ofrecer los servicios de la entidad a través de la planificación y ejecución de un proyecto específico.
	Marketing	Catálogos	Inventario de los catálogos de los que se dispone para promocionar los diferentes servicios que ofrece la entidad.
		Publicidad	Especificar las formas y medios de promocionar los servicio que se la entidad proporciona.
			Mapa del web a través del cual se hace la difusión de la entidad en Internet.
			Opciones de demanda de servicios de la entidad a través de su web.
		Marca	Conocer cual es la imagen de marca que la entidad posee, logos y material estandarizado a utilizar con la imagen de marca de la entidad.
			Inventario de las marcas que los grupos de investigación puedan utilizar.
Propiedades	Composición	Estructura del servicio	Conocer las características y partes que deben tener los convenios firmados con los clientes.
	Calidad	Reclamaciones	Conocer la opinión de los usuarios de los servicios de la entidad, tanto en el apartado de investigación, como en el de formación y prácticas.
			Conocer la opinión de las empresas o entidades que colaboran con la FUE-UJI en su calidad de proveedores, es decir, bien ofreciendo sus servicios para la aplicación de una determinada tecnología o resultado de investigación; o como docentes en sus cursos o en la recepción de alumnos en prácticas.
	Coste	Bruto/neto	Conocer cual es el coste bruto/neto de los diversos servicios ofrecidos por la entidad.
		Valor añadido para el cliente	Poder obtener un feedback del valor añadido que el servicio tiene para el cliente, no en términos monetarios.
			Obtener un feedback del valor añadido que los cursos de formación tienen para los usuarios que los realizan.
			Obtener un feedback del valor añadido que las estancias en práctica tienen para los usuarios que las realizan y las empresas que los acogen.

En el Cuadro 6.7 se puede observar el conocimiento objetivo definido en el caso de la FUE-UJI para el bloque de RECURSO:

Cuadro 6.7: Caso FUE-UJI: Conocimiento objetivo del bloque RECURSO.

Cat.	**Subcategoría**	**Conocimiento objetivo**	**Instancia**
Hum.	Relación contractual	Fijo y eventual	Conocer cuales son los empleados que mantienen esta relación contractual y las características y condiciones de sus contratos.
		Esporádico	Conocer los grupos de investigación con los que se realizan convenios o proyectos de aplicación de los resultados de investigación.
		Candidato	Conocer los grupos de investigación existentes en la universidad con los que aun no se ha llevado a cabo ningún proyecto pero podría ser interesante hacerlo en el futuro.
	Propiedades	Curriculum	Conocer los curriculum de los empleados y disponer de ellos para poder presentarlos en diferentes convocatorias.
			Conocer los curriculum de los profesores de los grupos de investigación con los que se trabaja para disponer de ellos con el fin de poder presentarlos en diferentes convocatorias.
			Conocer los curriculum de los profesores con los que se ha organizado cursos con la finalidad de tener distintas opciones a la hora de ofrecer cursos a la carta.
		Conocimientos	Identificar cuales son los conocimientos necesarios de los empleados de la entidad en cada una de las áreas o departamentos.
		Habilidad	Identificar cuales son las habilidades necesarias de los empleados de la entidad.
		Experiencia	Identificar cual es el nivel de experiencia necesaria de los empleados de la entidad.
	Coste	Bruto/neto	Poder realizar un seguimiento de cual es el coste de la contratación de profesores para la impartición de cursos de formación.
		Rentabilidad subjetiva	Identificar cual es el beneficio subjetivo de los empleados para la entidad.
		Valor añadido para el clientes	Identificar cual es el valor añadido que los empleados tienen para los clientes.
Mat.	Tipificación	Infraestructura	Identificar las aulas que se poseen para la formación, junto con el equipamiento hardware y software de que se dispone en cada una de ellas.
		Sistema informático	Inventario del sistema informático disponible en la entidad para llevar a cabo su actividad empresarial.
			Inventario del sistema informático disponible en la entidad el desarrollo de nuevas aplicaciones informáticas o el mantenimiento de las existentes.
		Sistema de comunicaciones	Inventario del sistema de comunicaciones disponible en la entidad: centralita de teléfono y red de comunicaciones.
	Propiedades	Disponibilidad	Planificación y programación de los cursos para determinar la ocupación de las aulas.
		Capacidad	Capacidad de las aulas según períodos de tiempo y realización de cursos.
	Coste	Bruto/neto	Calcular el coste derivado de la ocupación de las aulas para cada uno de los cursos de formación.

6.4.2. Extracción del conocimiento

A continuación, para el caso FUE-UJI en el Cuadro 6.8 se presentan las variables de entrada y fuentes de conocimiento para el conocimiento objetivo definido en el bloque conceptual de conocimiento, ORGANIZACIÓN en la categoría ontológica de 'Metas'.

Cuadro 6.8: Caso FUE-UJI: Extracción del bloque ORGANIZACIÓN::Metas.

Conocimiento objetivo	E/T	Variables de entrada	Fuentes de conocimiento
Misión, Visión	E	Parámetros empresariales	Bases de datos
	E	Perspectivas de mercado	Internet
	T	Perspectivas de negocio a l/p	Propietario
	T	Perspectivas de diversificación a l/p	Propietario
	T	Necesidades a cubrir y expectativas a l/p	Proveedor/Cliente
	T	Rumores	Entorno
	E	Regulación	Administración
Objetivos estratégicos	E	Misión	SGC
	E	Visión	SGC
Oportunidades y amenazas	T	Perspectivas mercado	Internet
	T	Políticas económicas	Administración
	E	Actuación competencia	Internet
	T	Actuación competencia	Competidor
Estrategia	E	Casos de éxito	Internet, Documentación
	T	Habilidades estratégicas	Empleado
	T	Directivas estratégicas	Propietario
	E	Variables del entorno económico	Internet
	T	Variables del entorno económico	Entorno
	E	Actuación competencia	Internet
	T	Actuación competencia	Competidor
Factores críticos de éxito	T	Perspectiva de negocio	Propietario
	T	Variables económicas	Entorno
	T	Variables técnicas	Entorno
	T	Variables culturales	Entorno
	T	Actuación competencia	Competidor
	E	Estadísticas	Bases de datos externas
	E	Indicadores	Cuadro de mandos
Objetivos tácticos	T	Perspectivas de negocio a m/p	Empleado
	T	Necesidades y expectativas a m/p	Proveedor/Cliente
	T	Rumores	Entorno
	T	Regulación	Administración
Objetivos operativos	T	Perspectivas de negocio a c/p	Empleado
	T	Necesidades a cubrir y expectativas a c/p	Proveedor/Cliente
	T	Rumores	Entorno
	T	Regulación	Administración

A continuación, para el conocimiento objetivo del caso FUE-UJI definido en el bloque conceptual de conocimiento PROCESO en la categoría ontológica 'Aspectos a modelar', se detallan las variables de entrada y fuentes de conocimiento en el Cuadro 6.9.

Cuadro 6.9: Caso FUE-UJI: Extracción del bloque PROCESO::Aspectos a modelar.

Conocimiento objetivo	**E/T**	**Variables de entrada**	**Fuentes de conocimiento**
Inputs	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Materiales	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Modelo de procesos
	T	Datos	Empleado
Outputs	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Materiales	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Modelo de procesos
	T	Datos	Empleado
Restricciones	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Documentos	Bases de datos documentales
	E	Procesos	Modelo de procesos
	E	Reglas	SGC
	E	Normativa	Manual de procedimientos
	T	Datos	Empleado
Mecanismos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Procesos	Mapa de procesos
	E	Recursos humanos	Base de datos corporativas
	E	Recursos materiales	Base de datos corporativas
	T	Datos	Empleado
Doc. Básicos	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Parámetros de búsqueda	Bases de dato documentales
	E	Procesos de negocio	Mapa de procesos
Legales	E	Información	Bases de datos corporativas
	E	Leyes	Administración
	E	Normativa legal	Internet
Proced. internos	E	Normativa	Manual de procedimientos
	E	Procesos de soporte	Mapa de procesos
	T	Know-how	Empleado, Propietarios
Bruto/neto	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario
Rent. financiera	E	Información contable	Bases de datos corporativas
	E	Información contable de RRHH	Bases de datos corporativas
	E	Recursos de procesos	Mapa de procesos
	E	Variables de planificación y seguimiento	Sistema de indicadores
	T	Costes adicionales	Empleado, Propietario

6.4.3. Mapa de conocimiento

En esta sección se muestran algunos ejemplos de diagramas desarrollados en el caso de la FUE-UJI agrupados en los diversos tipos de modelos definidos en los dos niveles de abstracción de la Propuesta MDK y que forman el **Mapa de conocimiento** de la FUE-UJI:

1. **Nivel CIM-Knowledge:** en este nivel se propone el **'Modelo de Conocimiento'**, el cual está formado por tres tipos de diagramas: 'Diagrama de Bloques', 'Diagrama Ontológico' y 'Diagrama de Conocimiento'. El objetivo de estos diagramas es representar desde un punto de vista global el conocimiento de la FUE-UJI siguiendo el marco conceptual propuesto en la Metodología KM-IRIS.

2. **Nivel CIM-Business:** en este nivel se proponen dos modelos que permiten modelar de forma detallada el conocimiento objetivo representado en el nivel anterior desde dos puntos de vista diferentes:

   - **'Modelo de Organización':** permite obtener una vista detallada del conocimiento objetivo desde el punto de vista de la organización, siendo éste representado mediante cuatro tipos de diagramas: 'Diagrama de Objetivos', 'Diagrama Estructura Organizativa', 'Diagrama de Análisis' y 'Diagrama de Reglas de Negocio'.
   - **'Modelo de Sistema':** se compone a su vez de dos modelos, el 'Modelo de Estructura' y el 'Modelo de Comportamiento'. Estos modelos permiten una representación detallada del conocimiento bien desde el punto de vista de la estructura del futuro sistema informático transaccional o desde el punto de vista de cual será su comportamiento. En el primer caso los diagramas propuestos son el 'Diagrama de Producto' y 'Diagrama de Recurso'; y en el segundo el 'Diagrama de Proceso' y el 'Diagrama de Servicio'. En el caso de la FUE-UJI no se ha obtenido el 'Diagrama de Producto' puesto que se trata de una organización que solo proporciona servicios.

6.4.3.1. Modelo de Conocimiento

En las siguientes secciones se muestra el **'Modelo de Conocimiento'** para el caso FUE-UJI. En concreto, se presentan los diversos diagramas realizados en este caso de los tres tipos posibles que se definen en la Propuesta MDK para llevar a cabo este modelo.

6.4.3.1.1. Diagrama de Bloques. Para el desarrollo de este diagrama se han tenido en cuenta los siguientes aspectos. En primer lugar, los bloques conceptuales de conocimiento identificados en la FUE-UJI como claves para su sistema de gestión del conocimiento, es decir, aquellas áreas conceptuales de conocimiento a partir de las cuales se considera estratégico llevar a cabo una gestión eficiente del conocimiento: ORGANIZACIÓN, PROCESO, SERVICIO, RECURSO, PROVEEDOR, CLIENTE, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO. Estos bloques conceptuales pueden ser observados en la Figura 6.2, la cual muestra el **'Diagrama de Bloques'** desarrollado para el caso FUE-UJI. En este diagrama además se han tenido representado las interconexiones entre los diversos bloques conceptuales definidos en este caso mediante el uso de relaciones de dependencia estereotipadas como «**Basis**».

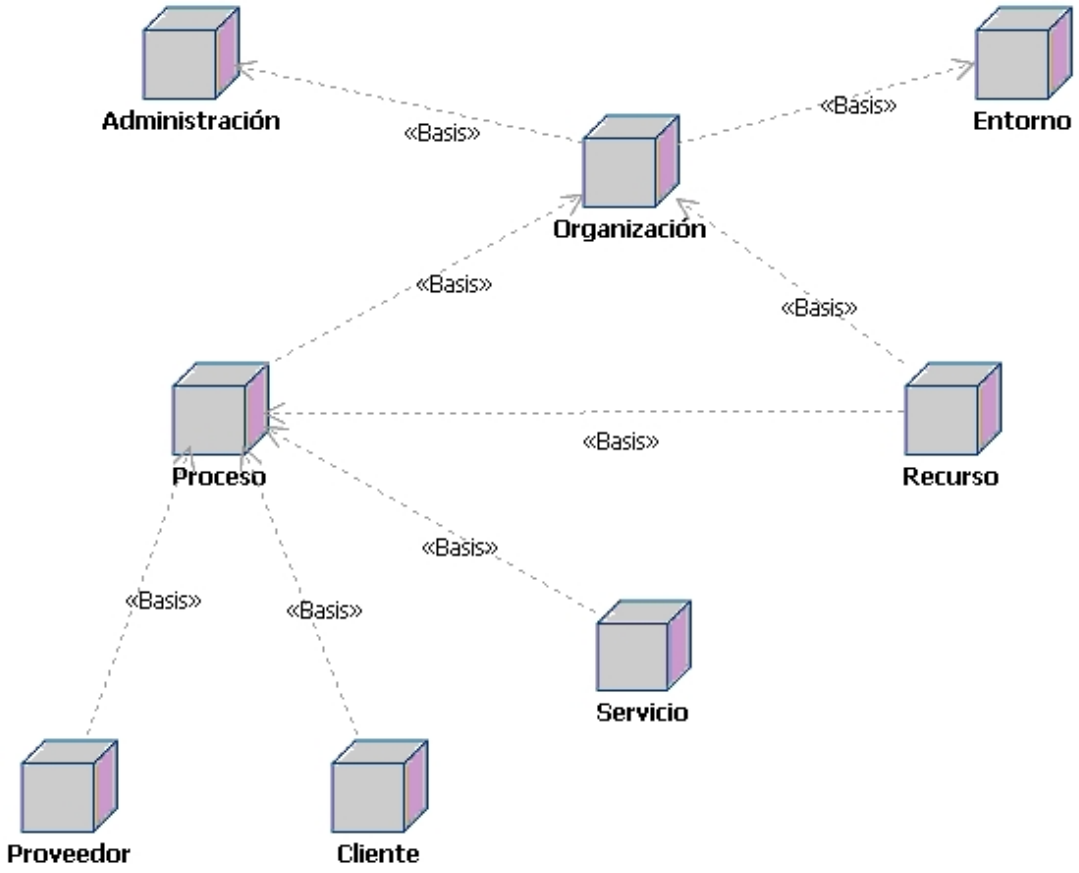

Figura 6.2: 'Diagrama de Bloques' básico para el caso FUE-UJI.

En segundo lugar, las diversas categorías ontológicas definidas para cada uno de los bloques conceptuales representados en la Figura 6.2. En la Figura 6.3 se puede observar un segundo **'Diagrama de Bloques'** para el caso de la FUE-UJI con el detalle de cada una de las categorías ontológicas de cada uno de los bloques de la citada entidad.

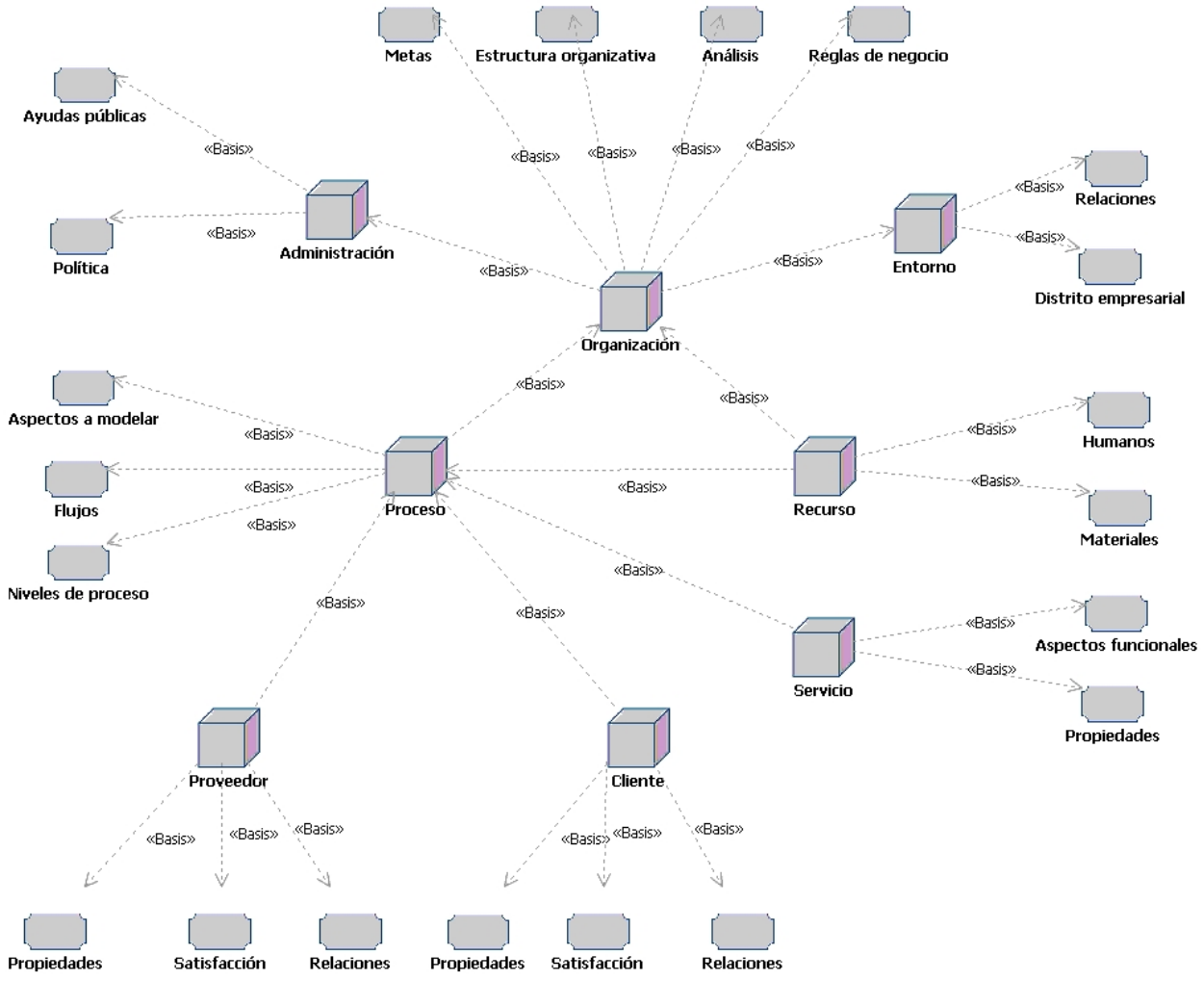

Figura 6.3: 'Diagrama de Bloques' detallado para el caso FUE-UJI.

En tercer lugar, en la Figura 6.4 se muestra un tercer **'Diagrama de Bloques'** en el cual puede observarse un mayor nivel de detalle en la descomposición de las categorías ontológicas del bloque ORGANIZACIÓN en sus diferentes subcategorías ontológicas en el caso de la FUE-UJI.

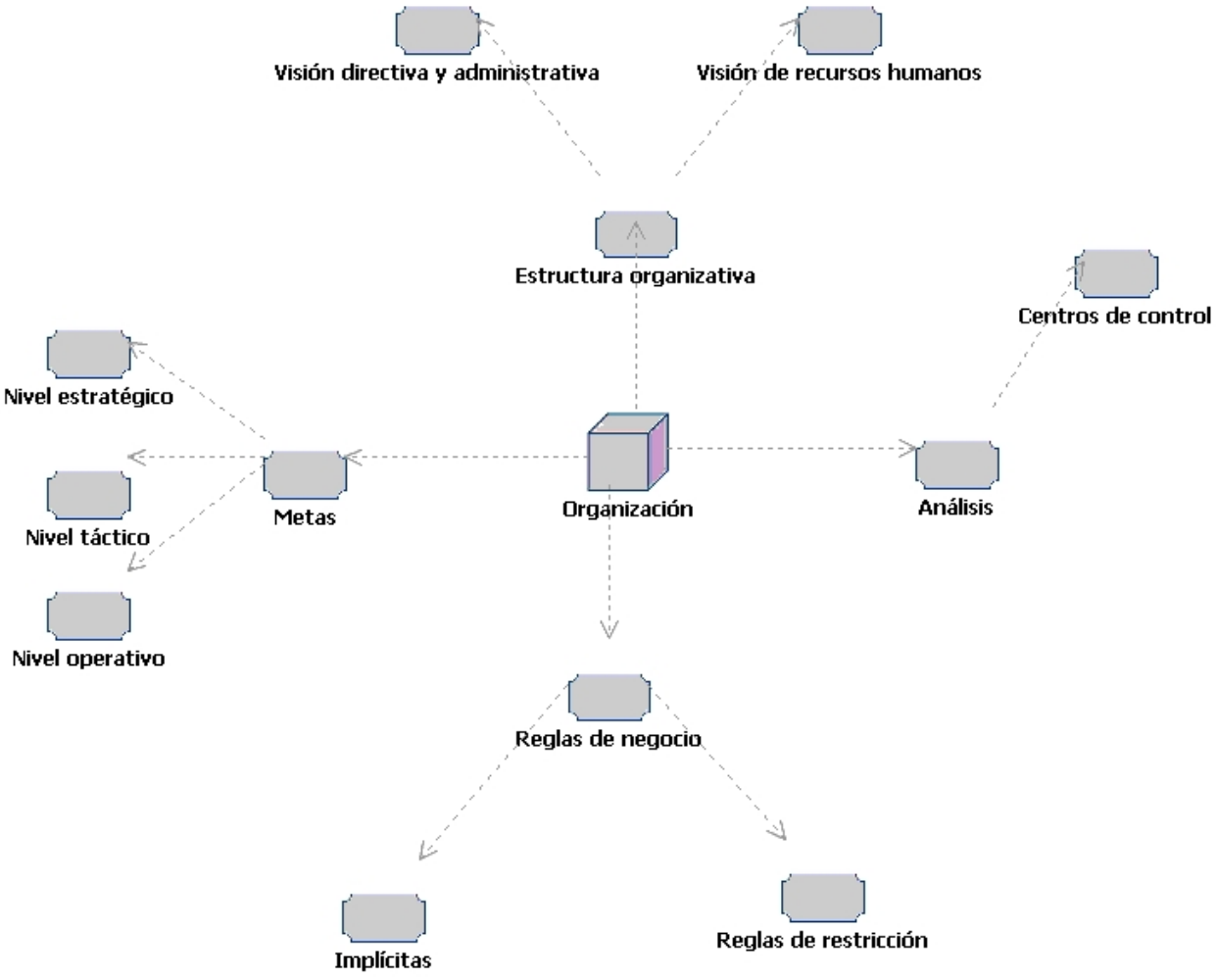

Figura 6.4: 'Diagrama de Bloques' detallado para el bloque ORGANIZACIÓN en el caso FUE-UJI.

Finalmente, la Figura 6.5 presenta un cuarto **'Diagrama de Bloques'** para el caso de la FUE-UJI. En este caso el diagrama representa con detalle el conocimiento objetivo 'Objetivos estratégicos', mostrando desde el bloque conceptuales y categorías en los que está incluido hasta llegar al nivel de sus instancias.

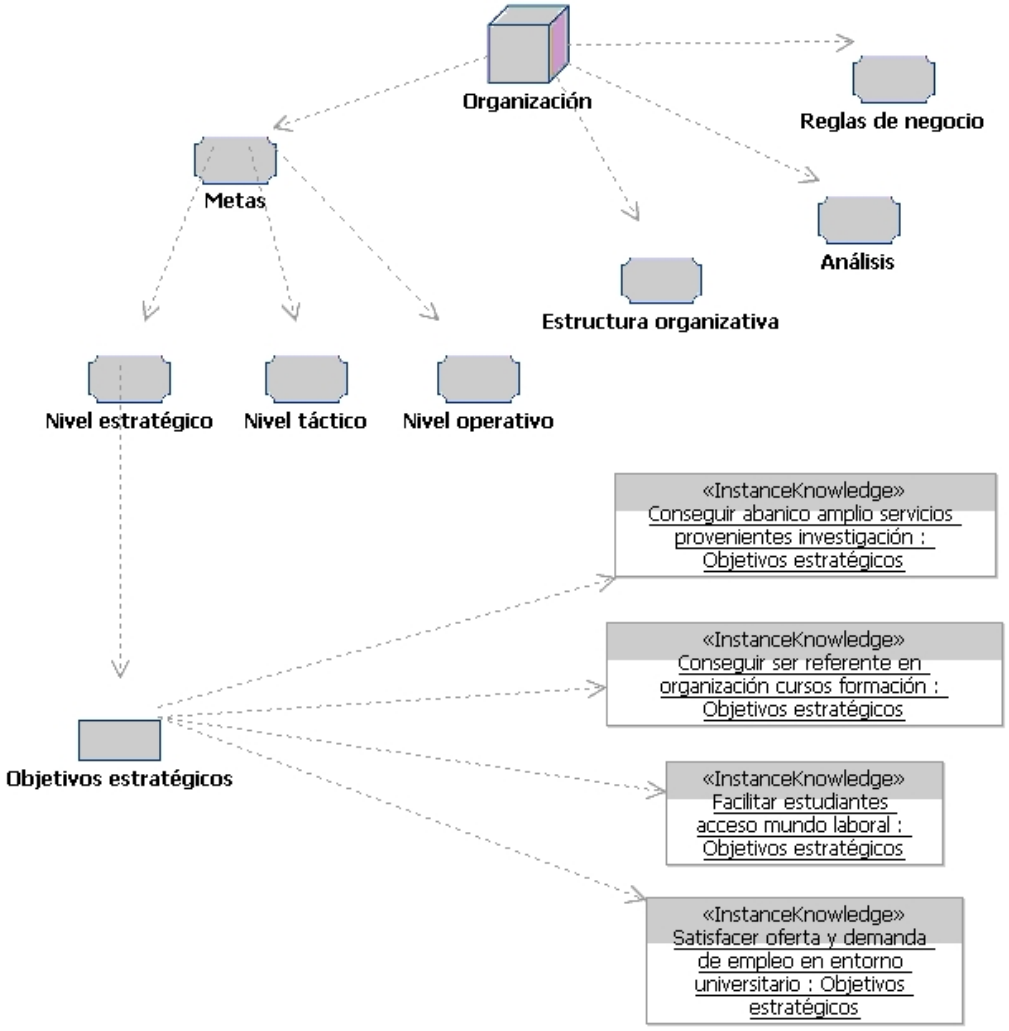

Figura 6.5: 'Diagrama de Bloques' detallado para el conocimiento objetivo 'Objetivos estratégicos' en el caso FUE-UJI.

6.4.3.1.2. Diagrama Ontológico. En la Figura 6.6 se presenta el **'Diagrama Ontológico'** desarrollado en el caso FUE-UJI para el bloque **ORGANIZACIÓN** en su categoría ontológica **Metas**.

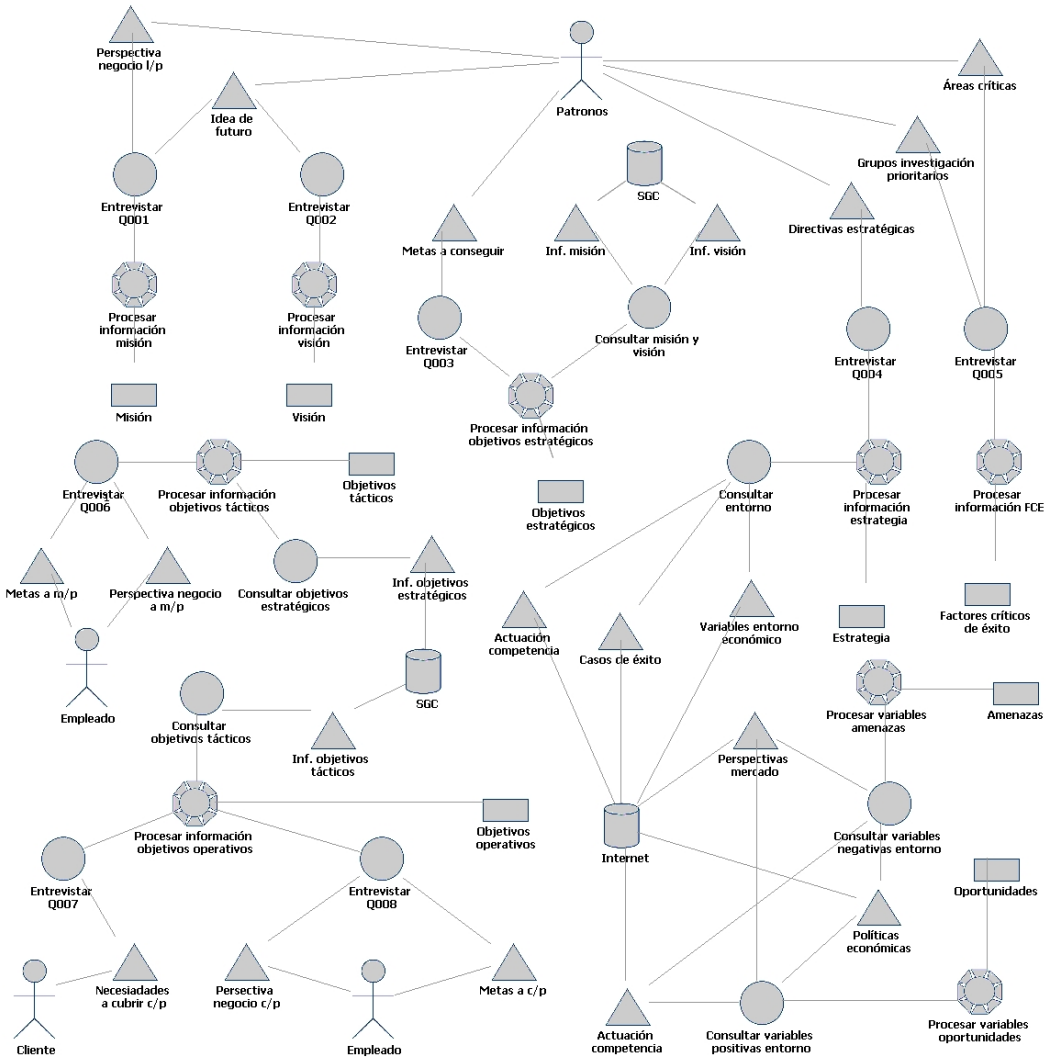

Figura 6.6: 'Diagrama Ontológico' para el bloque ORGANIZACIÓN::Metas en el caso FUE-UJI (I).

6.4.3.1.3. Diagrama de Conocimiento. La Figura 6.7 presenta el mismo **'Diagrama Ontológico'** de la Figura 6.6 mostrando sombreada en amarillo la parte de conocimiento objetivo que se ha instanciado en el **'Diagrama de Conocimiento'** de la Figura 6.8. En concreto se ha instanciado el conocimiento objetivo **'Objetivos estratégicos'**.

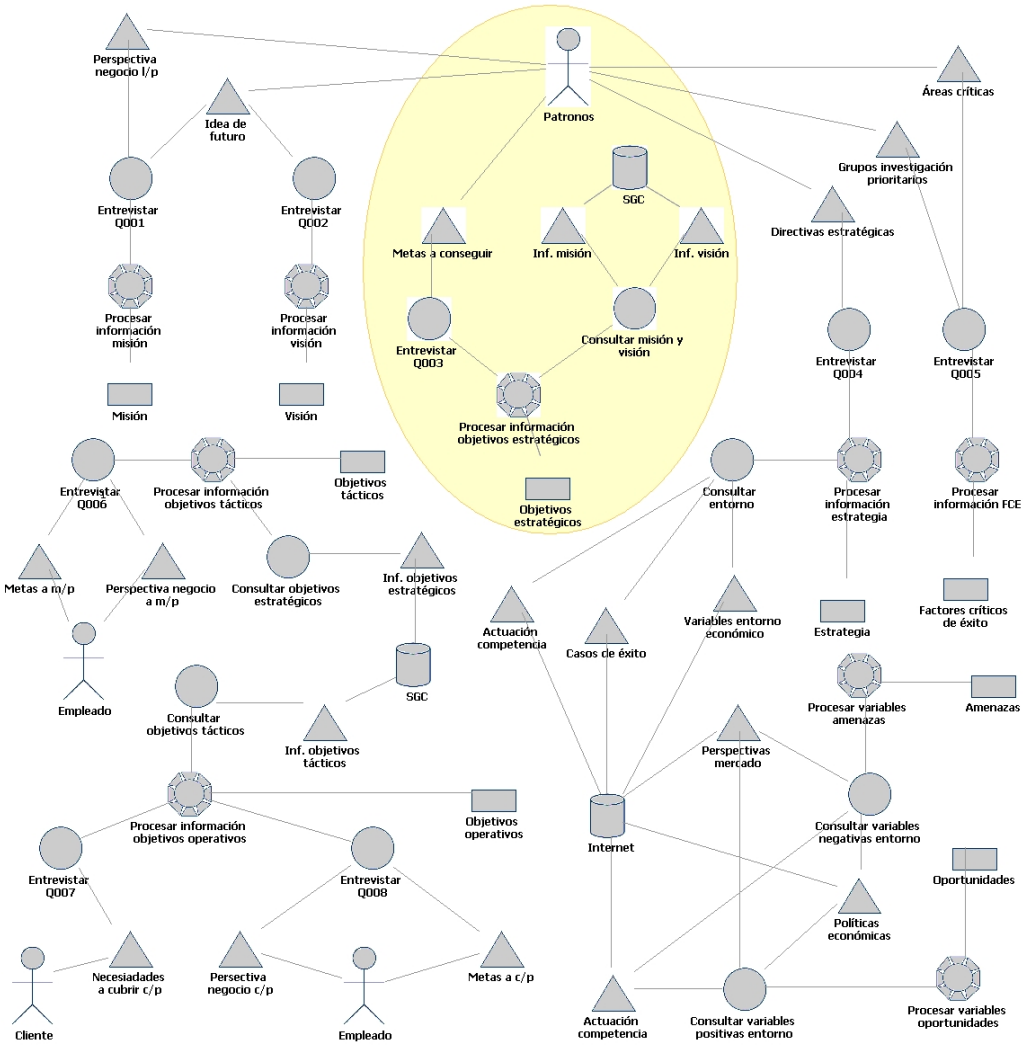

Figura 6.7: 'Diagrama Ontológico' para el bloque ORGANIZACIÓN::Metas en el caso FUE-UJI (II).

En la Figura 6.8 se presenta el **'Diagrama de Conocimiento'** desarrollado en el caso FUE-UJI en el cual se instancia el conocimiento objetivo referente a los objetivos estratégicos mostrado en el 'Diagrama Ontológico' de la Figura 6.6.

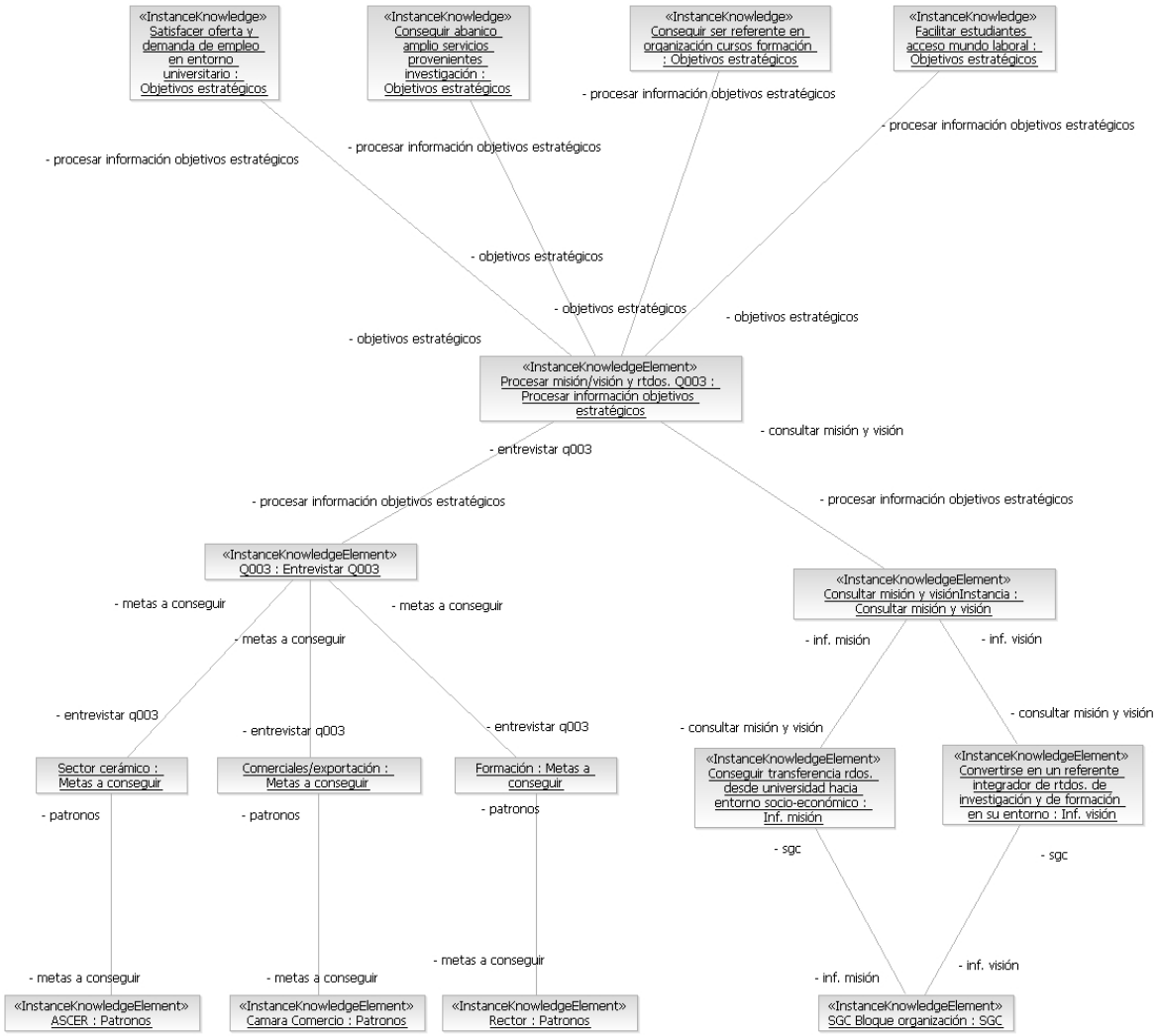

Figura 6.8: 'Diagrama de Conocimiento' para el bloque ORGANIZACIÓN::Metas::Nivel estratégico::Objetivos estratégicos en el caso FUE-UJI.

6.4.3.2. Modelo de Organización

El **'Modelo de Organización'** desarrollado para el caso FUE-UJI se muestra en las siguientes secciones a través de los diversos diagramas de la Propuesta MDK.

6.4.3.2.1. Diagrama de Objetivos. El **'Diagrama de Objetivos'** desarrollado en el caso FUE-UJI, se muestra en la Figura 6.9. Los objetivos de la FUE-UJI se muestran a diferentes niveles estratégicos, comenzando desde la misión y acabando en los objetivos operativos.

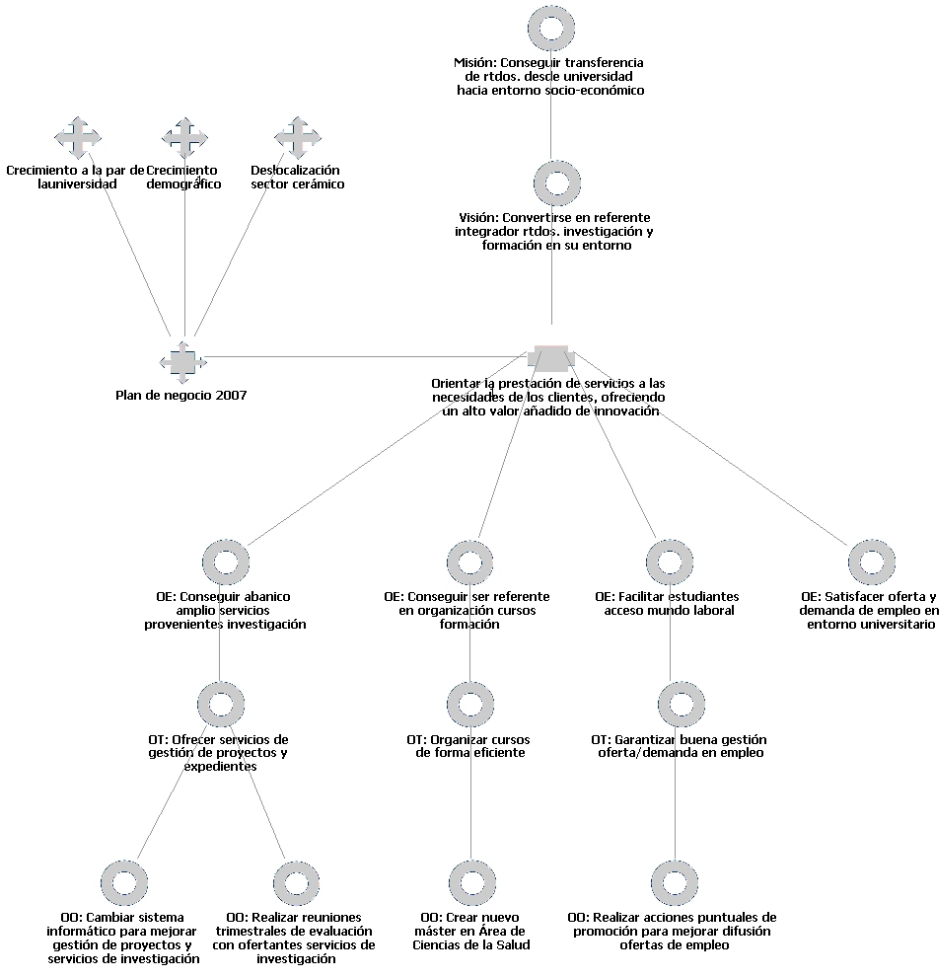

Figura 6.9: 'Diagrama de Objetivos' para el caso FUE-UJI.

6.4.3.2.2. Diagrama de Estructura Organizativa. En la Figura 6.10 se presenta el **'Diagrama de Estructura Organizativa'** desarrollado en el caso FUE-UJI, en el se muestran las diversas unidades organizativas que forman la FUE-UJI con sus diversos puestos de trabajos, empleados y roles.

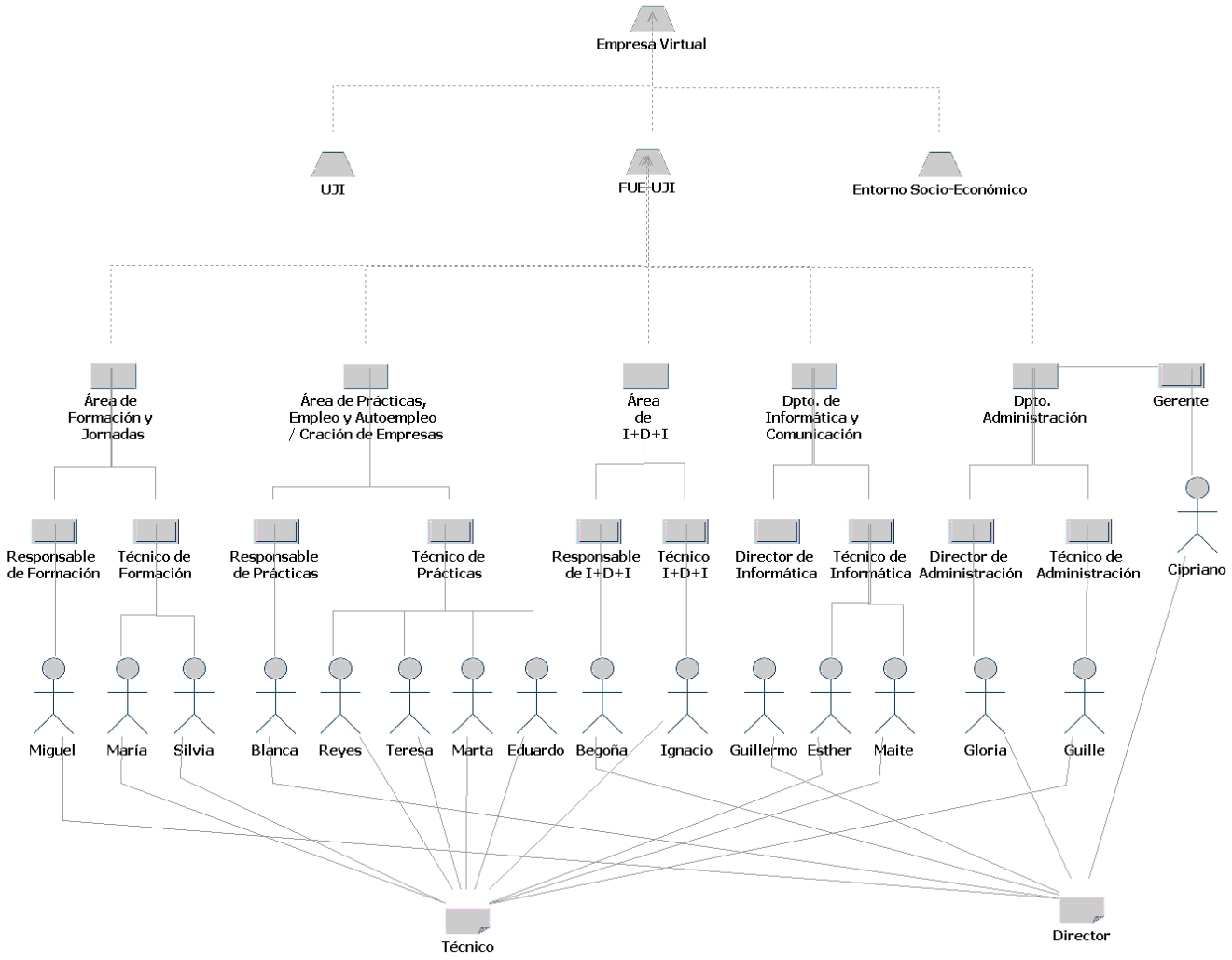

Figura 6.10: 'Diagrama de Estructura Organizativa' para el caso FUE-UJI.

6.4.3.2.3. Diagrama de Análisis. En esta sección se muestra el **'Diagrama de Análisis'** desarrollado en el caso FUE-UJI (ver Figura 6.11). En el diagrama se representan los indicadores asociados a la 'Perspectiva de clientes' del sistema de indicadores en el caso FUE-UJI.

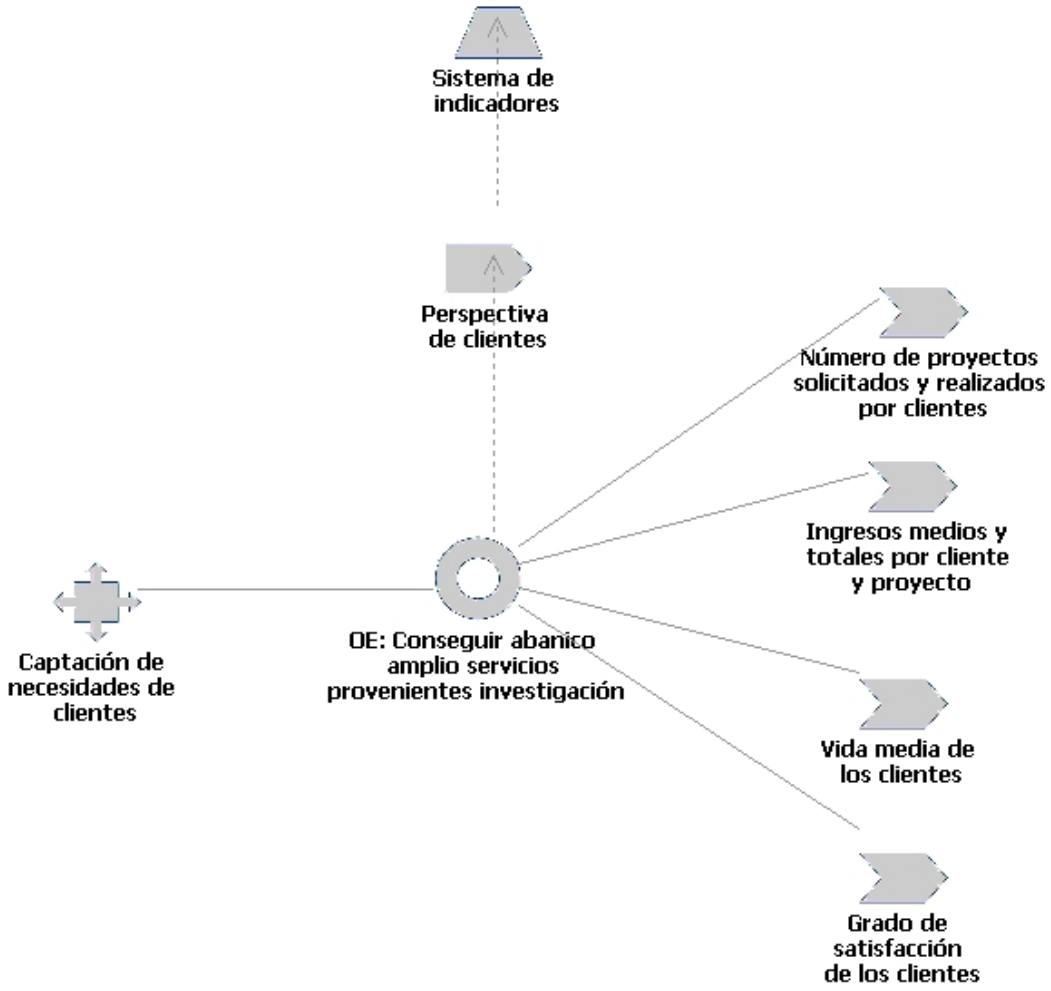

Figura 6.11: 'Diagrama de Análisis' para el caso FUE-UJI.

6.4.3.2.4. Diagrama de Reglas de Negocio. En la Figura 6.12 se muestra el **'Diagrama de Reglas de Negocio'** desarrollado en el caso FUE-UJI. En este diagrama se presenta un ejemplo de una de las reglas de negocio del tipo estímulo/respuesta utilizadas en la FUE-UJI para la petición de personal en formación en prácticas.

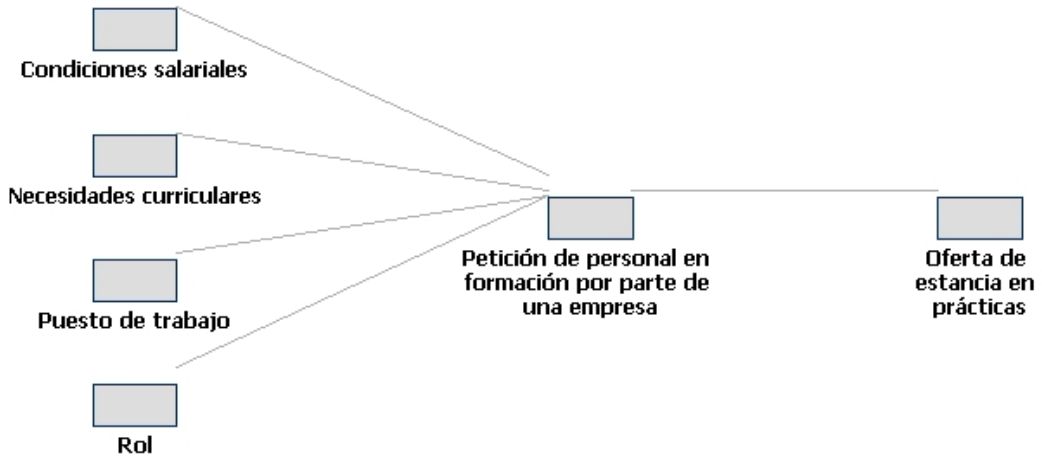

Figura 6.12: 'Diagrama de Reglas de Negocio' para el caso FUE-UJI.

6.4.3.3. Modelo de Estructura

En la siguiente sección se muestra el **'Modelo de Estructura'** para el caso FUE-UJI, como ya se ha mencionado, en este caso y para este modelo sólo se presenta el 'Diagrama de Recursos' puesto que se trata de una organización que no comercializa productos materiales.

6.4.3.3.1. Diagrama de Recursos. El **'Diagrama de Recursos'** desarrollado en el caso FUE-UJI, se muestra en la Figura 6.13. En este diagrama se representa la infraestructura y la organización de las oficinas de la FUE-UJI, así como sus principales sistemas informáticos y de comunicaciones.

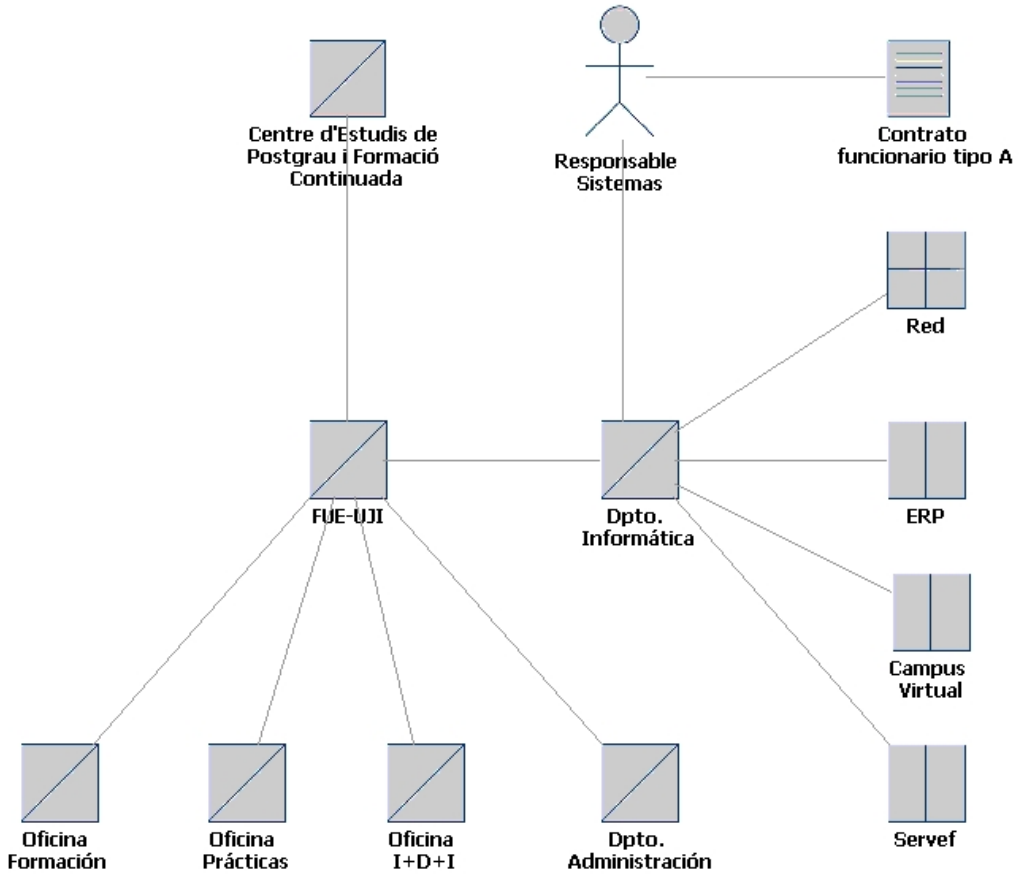

Figura 6.13: 'Diagrama de Recursos' para el caso FUE-UJI.

6.4.3.4. Modelo de Comportamiento

En las siguientes subsecciones se muestra un ejemplo para cada uno de los diagramas que forman el **'Modelo de Comportamiento'** en el caso de la FUE-UJI.

6.4.3.4.1. Diagrama de Procesos. La Figura 6.14 muestra el **'Diagrama de Procesos'** desarrollado en el caso FUE-UJI. En concreto, el diagrama representa el proceso de gestión de cursos de formación que se lleva a cabo por parte de los empleados de la organización para realizar la matrícula presencial de alumnos.

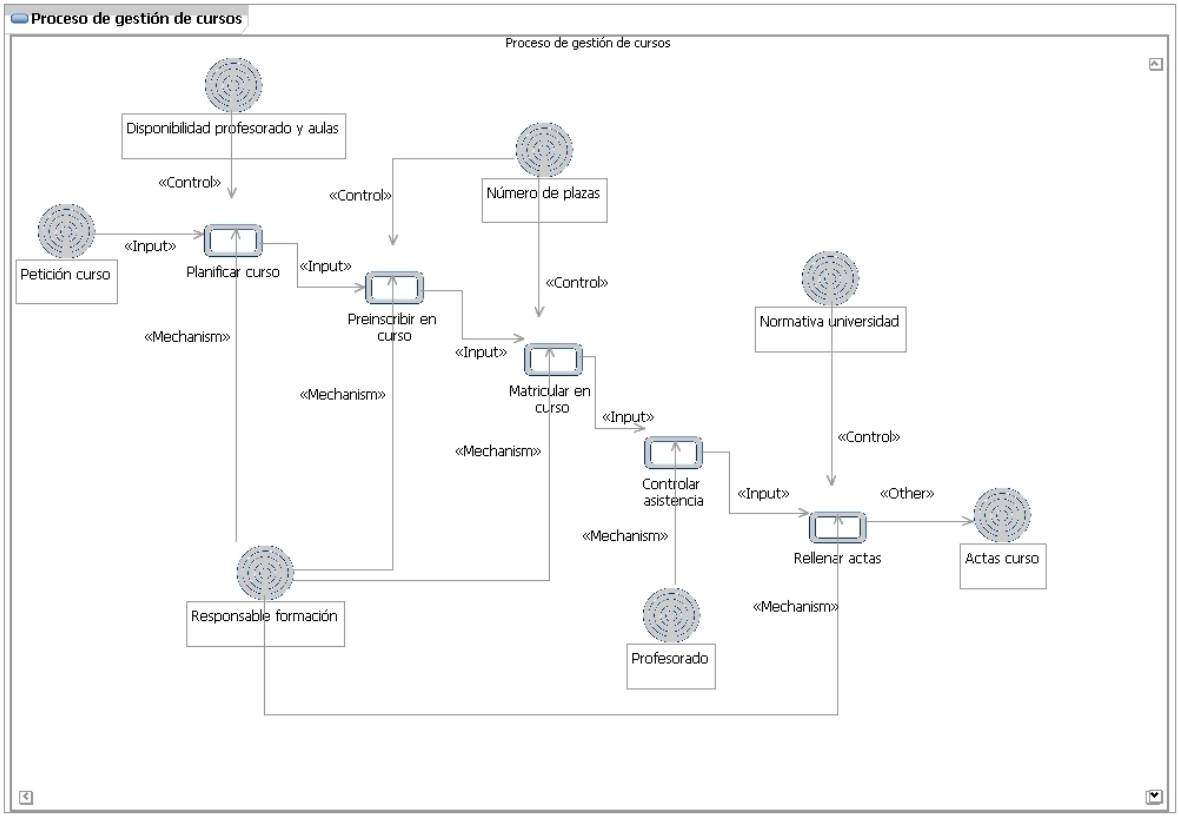

Figura 6.14: 'Diagrama de Procesos' para el caso FUE-UJI.

6.4.3.4.2. Diagrama de Servicios. Un ejemplo de **'Diagrama de Servicios'** desarrollado en el caso FUE-UJI se presenta en la Figura 6.15. En este diagrama se representan los servicios que la FUE-UJI oferta a través de su 'Campus Virtual', de forma que los alumnos potenciales pueden demandar información sobre los cursos y realizar la matrícula on-line previa preinscripción en caso de que sea necesario.

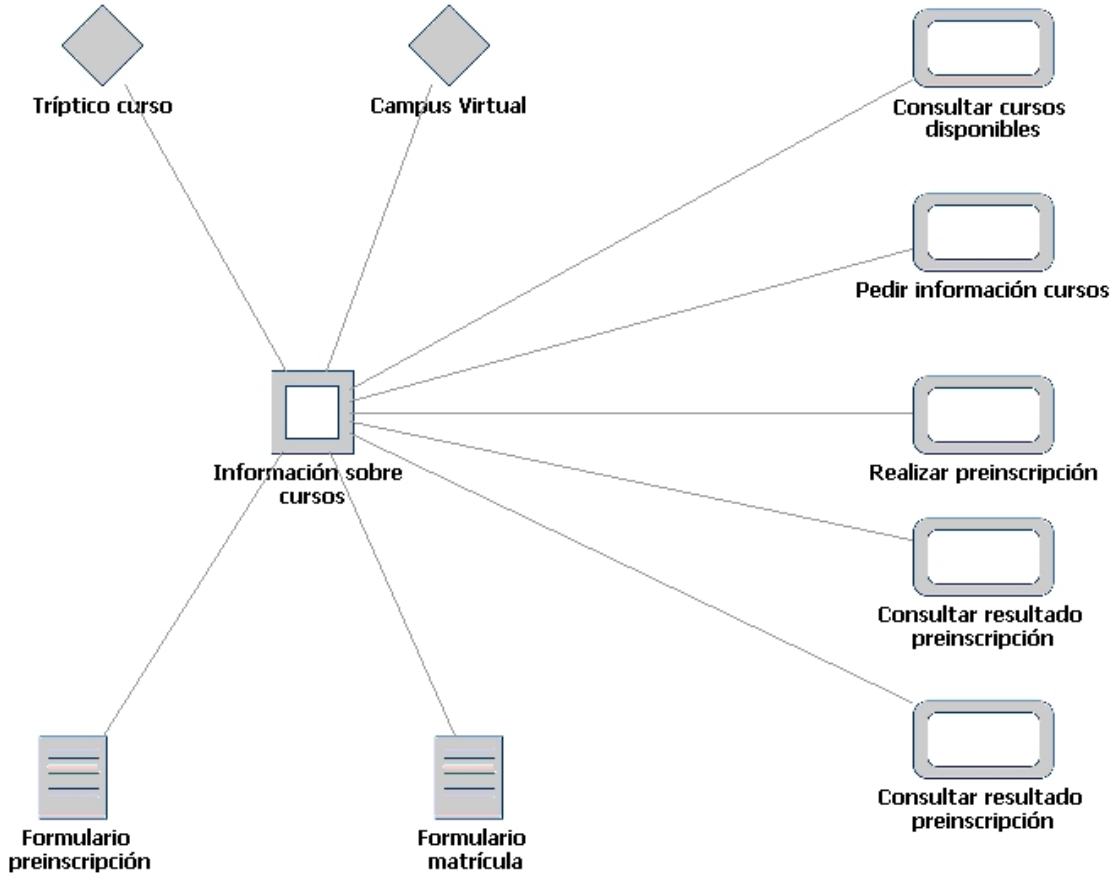

Figura 6.15: 'Diagrama de Servicios' para el caso FUE-UJI.

6.5. Conclusión

En este capítulo se ha presentado un resumen de la aplicación que se ha llevado a cabo de este trabajo de investigación a caso real. La empresa seleccionada ha sido una OTRI cuyo principal objetivo es servir de enlace entre la universidad y su entorno empresarial más próximo para proporcionar a las empresas mecanismos que las hagan más competitivas aplicando los resultados de investigación obtenidos en la universidad. En particular, se ha mostrado el caso de la '**Fundació Universitat Jaume I-Empresa**' (FUE-UJI), en cuyos objetivos entre otros se encuentra el de llevar a cabo la transferencia de conocimiento y tecnología desde la universidad hacia su entorno. Además, esta entidad posee otros dos objetivos fundamentales relacionados con la formación continua y complementaria a la ofrecida por la universidad y la gestión de prácticas formativas.

Estos objetivos hacen que la FUE-UJI se plantee la necesidad de establecer un sistema de gestión del conocimiento que complemente los sistemas informáticos que actualmente posee, puesto que precisa sistematizar todo el conocimiento relacionado con su negocio y ser capaz de transmitirlo a un amplio abanico de personas, que incluye no solo sus empleados, sino también la gran variedad de empresas, entidades públicas, organizaciones, particulares, etc. que están integradas en su entorno y podrían ser denominados sus clientes. Por lo tanto, la FUE-UJI puede ser vista como una **empresa virtual** que debe actuar en sinergia con sus partners, tanto la universidad como sus clientes, para conseguir los objetivos propuestos. Por todo ello, la FUE-UJI es un buen caso para la aplicación y análisis de este trabajo de investigación.

El objetivo de la aplicación ha sido por una parte validar la Propuesta MDK desde el punto de vista teórico y obtener un ejemplo práctico de la aplicación de los perfiles para la obtención del mapa de conocimiento empresarial. Y por otra parte, validar las tres primeras fases de la Metodología KM-IRIS. El principal **análisis** que se puede realizar tras esta aplicación se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- La principal dificultad en la aplicación de la Metodología KM-IRIS, se encuentra en la **fase I** de identificación del conocimiento objetivo. En primer lugar, en esta fase es necesario implicar a los empleados de la empresa de forma que entiendan la necesidad del nuevo proyecto, cual es el beneficio que van a obtener y que son una parte importante del mismo siendo imprescindible su feedback. En segundo lugar, es necesario clarificar cuales son las necesidades sobre conocimiento, lo que en la metodología se ha denominado conocimiento objetivo, diferenciándolas de otras que la empresa posee y que también puede identificar como conocimiento objetivo, pero en realidad deberían ser implementadas por un sistema informático transaccional como un ERP, o por un sistema de apoyo a la decisión como un

cuadro de mandos. En este punto es interesante la utilización de las plantillas de conocimiento objetivo mostradas en la Sección 5.2, puesto que pueden utilizarse como un modelo de referencia que puede ayudar a los usuarios claves a identificar y delimitar sus necesidades de conocimiento.

- En relación con la **fase II** de extracción de la metodología, las dificultades serían similares, si bien el tener el conocimiento objetivo ayuda a centrar el problema. Sin embargo, y puesto que se va a profundizar en cómo y desde dónde se va a obtener es posible que surjan nuevas necesidades o se deba refinar la definición de conocimiento objetivo que se hizo en un primer momento. De la misma forma que en la fase anterior, la ayuda de las plantillas de extracción mostradas en la Sección 5.3 puede ser útil para guiar al usuario y al equipo de desarrollo en la obtención de estos parámetros de extracción.

- No se ha detectado la necesidad de añadir nuevos **bloques conceptuales** a los predefinidos en la Metodología KM-IRIS, puesto que en este caso éstos cubrían de forma satisfactoria toda las áreas de la empresa. La división en bloques conceptuales ha resultado útil puesto que la empresa puede centrar en una primera etapa el conocimiento que desea gestionar y que considera clave, y dejar para proyectos posteriores aquellos bloques que no considera estratégicos o esenciales.

- En relación con las **plantillas** es necesario remarcar que no han aparecido nuevos requisitos puesto que los incluidos en las mismas son bastantes generales. Además, se ha observado que no todos los requisitos recogidos en la misma son interesantes para la empresa, puesto que a veces en las plantillas un mismo concepto se recoge bajo puntos de vista diferentes, y es en este caso la empresa la que elige el punto de vista que más le interesa. En otras ocasiones, se trata de conocimiento objetivo que no es interesante para este tipo empresa en concreto y si lo podría ser para otra empresa por ejemplo dedicada a la producción.

- Finalmente, en el **Mapa de Conocimiento** obtenido para la FUE-UJI se han utilizado los dos niveles de abstracción de la Propuesta MDK, desarrollándose los cuatro tipos de modelos propuestos y diez de los once diagramas que es posible llevar a cabo siguiendo esta propuesta, puesto que se trata de una empresa de servicios.

Capítulo 7

Conclusiones

El concepto de empresa, como se ha expuesto a lo largo de la tesis, no tiene sentido como un ente aislado, pues en el actual entorno económico globalizado las empresas tienden a formar empresas virtuales. Uno de los principales objetivos de las empresas virtuales es obtener ventajas competitivas compartiendo recursos y costes con otros partners. El éxito de este nuevo paradigma de organización empresarial está basado por lo tanto en la interoperabilidad, la cual puede ser conseguida usando las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para la integración de los partners con el objetivo de gestionar de manera eficiente los datos y la información. Sin embargo, el aspecto clave para las empresas virtuales es la posibilidad de compartir información, pero sobre todo conocimiento. Por lo tanto, el uso de estas TIC es necesario pero no suficiente para lograr el éxito empresarial, y este tipo de organizaciones empresariales precisan de sistemas de gestión del conocimiento eficientes que sean capaces de tratar con la complejidad que supone compartir y distribuir información y conocimiento entre los partners de una empresa virtual.

En este contexto, se ha presentado el trabajo de investigación de esta tesis para dar respuesta a la necesidad que tienen las empresas virtuales de compartir su conocimiento. El trabajo se ha abordado desde la perspectiva del modelado empresarial. Por ello, en el **Capítulo 2** se ha realizado el estado del arte sobre el modelado empresarial tradicional y también sobre el modelado del conocimiento. Como principal conclusión cabe destacar que en el ámbito del modelado empresarial se ha tenido en cuenta la problemática de las empresas virtuales y la interoperabilidad, prueba de ello son los numerosos trabajos existentes en este ámbito, como UEML y POP*. Sin embargo, uno de los puntos débiles en este contexto es la débil conexión que existe entre los modelos empresariales y la generación de software, en este sentido UML y MDA son buenos candidatos para solucionar este tipo de problemas. Por

ello, éste es el enfoque que se ha escogido para intentar solucionar el problema planteado, adaptándolo a la problemática del modelado del conocimiento en las empresas virtuales, y del cual se presenta un breve estado del arte en el **Capítulo 3**.

Por otra parte, este trabajo de investigación se enmarca dentro del Proyecto CICYT, 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales' uno de cuyos resultados es la Metodología KM-IRIS, que se ha presentado en el **Capítulo 4**, y otro la Propuesta MDK para la representación del conocimiento empresarial, la cual supone la principal contribución de la tesis y se presenta en el **Capítulo 5**. En este capítulo se expone además con detalle los resultados de las fases I y II de la Metodología KM-IRIS utilizados para su elaboración. La Propuesta MDK intenta dar respuesta a uno de los objetivos de este Proyecto CICYT, y en concreto a la fase III de la Metodología KM-IRIS, la representación del conocimiento empresarial. Para ello se han tenido en cuenta los trabajos antes mencionados como UEML y POP* y se ha escogido UML como lenguajes de modelado utilizando las nuevas capacidades que proporcionan los perfiles para la extensión del lenguaje a un dominio en particular, en este caso el modelado del conocimiento empresarial. Finalmente, el **Capítulo 6** y el **Capítulo 7** muestran respectivamente la aplicación de la Propuesta MDK y La Metodología KM-IRIS al caso de una empresa real, la FUE-UJI, y las conclusiones generales de la tesis y las futuras líneas de investigación.

7.1. Resultados obtenidos

En esta sección se describen los principales resultados obtenidos en esta tesis, los cuales se pueden sintetizar en el desarrollo y validación de las fases I y II de la Metodología KM-IRIS y la Propuesta MDK para la representación del conocimiento empresarial en la fase III de esta metodología, la cual permite obtener el Mapa de Conocimiento de una empresa. Por último, otro de los resultados obtenidos es el método para la aplicación de dicha propuesta, así como el ejemplo de su aplicación en un caso real.

7.1.1. Modelos de referencia

En las fases I y II de la Metodologías KM-IRIS se ha identificado el conocimiento objetivo y las variables de entrada y fuentes necesarias para su extracción en el caso de la empresa virtual. En ambas fases se han analizado los siguientes bloques conceptuales de conocimiento: ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO y RECURSO. Como resultado se han obtenido las diferentes categorías y subcategorías ontológicas para el caso de la empresa virtual, las cuales forman parte de la Ontología empresarial MDK y pueden observarse en el Cuadro 5.30 de la Sección 5.4.

El desarrollo de estas dos fases ha sido llevado a cabo con dos fines. Por una parte, con esta identificación se pretendía realizar un estudio detallado de los conceptos que luego son necesarios en la fase III de representación y que por tanto se han utilizado para elaborar la Propuesta MDK. Además, para la elaboración de la propuesta de modelado se ha tenido en cuenta el trabajo realizado en el Proyecto CICYT para el resto de bloques conceptuales definidos en la Metodología KM-IRIS: PROPIETARIO, PROVEEDOR/CLIENTE, EMPLEADO, ADMINISTRACIÓN y ENTORNO, de forma que sea una propuesta de modelado que cubra todo el conocimiento que puede existir en una empresa tipo. El trabajo realizado en el Proyecto CICYT se ha analizado con la finalidad de incorporar las distintas categorías y subcategorías allí definidas a la Ontología empresarial MDK (ver Cuadro 5.29 de la Sección 5.4).

Por otra parte, el trabajo realizado en estas fases y recogido en los cuadros de la Sección 5.2 y 5.3 puede utilizarse como una guía en estas fases por parte de las empresas que deseen utilizar la Metodología KM-IRIS para la implantación de su sistema de gestión del conocimiento. Por lo tanto, el resultado de este trabajo puede ser utilizado como un modelo de referencia en el desarrollo de las fases I y II de la Metodología KM-IRIS. En el Cuadro 7.1 se muestra un resumen de los conceptos representados en cada uno de estos modelos de referencia.

Cuadro 7.1: Modelos de referencia desarrollados.

Metodología KM-IRIS	Modelo de referencia	Tipo	Bloques conceptuales
Fase I	Categorías y subcategorías ontológicas, y conocimiento objetivo	Textual, plantillas	ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO y RECURSO
Fase II	Variables de entrada y fuentes de conocimiento	Textual, plantillas	ORGANIZACIÓN, PROCESO, PRODUCTO/SERVICIO y RECURSO

7.1.2. Lenguaje de modelado del conocimiento empresarial

La Propuesta MDK para el modelado del conocimiento empresarial es otro de los resultados de este trabajo de investigación, el cual permite la obtención del Mapa de Conocimiento de una empresa. Esta propuesta basada en la arquitectura MDA, además de estar centrada en el modelado empresarial y en el usuario, presenta un marco general para el modelado del conocimiento empresarial a nivel CIM en el cual se definen a su vez dos niveles de abstracción:

1. **CIM-Knowledge:** se corresponde con el nivel superior del modelo CIM en el cual se representa el conocimiento empresarial de forma global intentando proporcionar una visión de conjunto que después va siendo detallada de manera local en el nivel inferior. Puesto que esta propuesta para el modelado está enfocada a representar el conocimiento empresarial, en este nivel se representan los bloques conceptuales de conocimiento definidos por la empresa, junto con el conocimiento objetivo definido para cada bloque, categorías ontológicas que permiten relacionar el conocimiento objetivo, y los procedimientos de extracción junto a las variables y fuentes de conocimiento necesarias.

2. **CIM-Business:** en el cual se representa una visión detallada del conocimiento empresarial de cada uno de los bloques conceptuales de conocimiento modelado en el nivel superior de forma global. En este nivel el modelado detallado del conocimiento permite tener una visión del negocio en función de diferentes tipos de vistas según sea el objetivo del modelo. Así es posible tener una visión de la organización y otra del sistema que forma la empresa desde un punto de vista estructural y de comportamiento.

Aparte de definir estos niveles de abstracción, en la Propuesta MDK se ha utilizado el nuevo mecanismo de perfiles que proporciona la versión 2.x de UML para la extensión de este lenguaje de modelado a ciertos dominios, en este caso el del modelado del conocimiento empresarial. Para ello se han definido diferentes metamodelos partiendo

de los requisitos antes mencionados, los cuales se han implementado mediante perfiles de UML2. En el Cuadro 7.2 se muestra una descripción de los diversos perfiles de UML2 implementados y sus principales características:

Cuadro 7.2: Perfiles de UML2 implementados en la Propuesta MDK.

Acrónimo	**Nombre completo**	**Uso**
UML Profile for KM	UML Profile for Knowledge Modelling	Modelar el conocimiento empresarial a nivel global y detallado siguiendo la Metodología KM-IRIS.
UML Profile for GM	UML Profile for Goal Modelling	Modelar los objetivos empresariales permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de METAS.
UML Profile for OSM	UML Profile for Organisational Structure Modelling	Modelar como se organiza la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.
UML Profile for AM	UML Profile for Analysis Modelling	Modelar la empresa desde diferentes puntos de vista para su análisis permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de ANÁLISIS.
UML Profile for BRM	UML Profile for Business Rules Modelling	Modelar las reglas de negocio de la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento ORGANIZACIÓN en sus categoría de REGLAS DE NEGOCIO.
UML Profile for SM	UML Profile for Structure Modelling	Modelar los productos y recursos de la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento PRODUCTO Y RECURSO.
UML Profile for BM	UML Profile for Behaviour Modelling	Modelar los procesos y servicios de la empresa permitiendo obtener una visión detallada del bloque conceptual de conocimiento PROCESO y SERVICIO.

El resultado final es un lenguaje de modelado basado en UML2 que permite el modelado del conocimiento empresarial, obteniendo el Mapa de Conocimiento de una empresa. En el Cuadro 7.3 se presenta un resumen de los metamodelos y perfiles implementados en la Propuesta MDK, así como de los diversos modelos y diagramas que es posible realizar en cada nivel de abstracción.

Cuadro 7.3: Modelado del conocimiento empresarial según la Propuesta MDK.

Nivel abstracción	Metamodelo de	Perfil UML	Modelo de	Diagrama de
CIM-Knowledge	Conocimiento	UML Profile for KM	Conocimiento	Bloques Ontológico Conocimiento
CIM-Business	Organización	UML Profile for GM UML Profile for OSM UML Profile for AM UML Profile for BRM	Organización	Objetivos Estructura Organizativa Análisis Reglas de Negocio
	Estructura	UML Profile for SM	Sistema-Estructura	Productos Recursos
	Comportamiento	UML Profile for BM	Sistema-Comportamiento	Procesos Servicios

7.1.3. Método para el uso de la Propuesta MDK

La aplicación de la Propuesta MDK al caso de la FUE-UJI ha sido llevada a cabo con una doble finalidad. Por una parte, esta aplicación ha servido como proceso de validación de la Propuesta MDK, así como de las fases I y II de la Metodología KM-IRIS. El principal objetivo ha sido utilizar los requisitos definidos en este trabajo para la definición de los requisitos del caso FUE-UJI, de forma que se han podido refinar y analizar su viabilidad en un caso real. Además, la propuesta de modelado realizada sobre el caso práctica para obtener los diversos diagramas propuestos ha permitido validar y modificar la propuesta tanto desde el punto de vista conceptual como técnico. De esta forma se ha realizado un primer refinamiento de la propuesta, es decir, de los metamodelos, perfiles y diagramas definidos basado en los resultados obtenidos en la aplicación al caso práctico.

Por otra parte, el principal resultado obtenido de esta aplicación es el modelado completo del conocimiento empresarial en el caso real de una empresa y por lo tanto la obtención de su Mapa de Conocimiento. Esta aplicación puede utilizarse como una guía para el uso de los perfiles para el modelado del conocimiento empresarial. En la Figura 5.3 de la Sección 5.1.5 se puede observar un diagrama de actividades de UML en el cual se detallan las actividades generales que es necesario llevar a cabo para la aplicación de la Propuesta MDK, así como los pasos previos para obtener los requisitos de conocimiento siguiendo las fases I y II de la Metodología KM-IRIS.

Siguiendo a modo de guía las actividades propuestas en dicho diagrama, en la Sección 6.3 se describen con detalle los pasos seguidos en el caso de la FUE-UJI para la representación de su Mapa de Conocimiento. Por lo tanto, este diagrama de actividades junto con la descripción del caso FUE-UJI constituyen una guía que puede ser seguida por las empresas que deseen generar su Mapa de Conocimiento.

7.2. Discusión de los resultados

Este trabajo de investigación ha sido realizado en el marco de dos proyectos de investigación. Por una parte, la Red de Excelencia Europea, INTEROP, en la cual se ha integrado en el grupo de trabajo TG2, 'Model Driven Interoperability', cuyo objetivo es desarrollar un método que permita a las empresas mejorar su interoperabilidad mediante un enfoque dirigido por modelos que comience a nivel de modelado empresarial y soportado por las ontologías.

Y por otra parte, el Proyecto CICYT, 'Gestión del conocimiento en el ámbito de las empresas virtuales', desarrollado por el Grupo de Investigación IRIS y cuyo principal objetivo se ha expuesto en el **Capítulo 4** de esta tesis. Tanto para ambos proyectos como en el dominio del modelado empresarial las principales aportaciones de la tesis se pueden concretar en:

- **Desarrollo de un propuesta de modelado empresarial que cubre el nivel CIM.** Esta propuesta de modelado ha contemplado las dimensiones tenidas en cuenta en el contexto del modelado empresarial, como son la organización, proceso, producto, decisión, etc. Además, se han tenido en cuenta los puntos débiles encontrados en el análisis del estado del arte del modelado empresarial como son la interoperabilidad y la dificultad para generar software a partir de modelos empresariales.

  En el primer caso se han tenido en cuenta los trabajos realizados actualmente, como UEML y POP* para mejorar la interoperabilidad de los modelos empresariales. En el segundo caso, se ha escogido UML y MDA con la finalidad de mejorar la generación de software a partir de modelos. Por lo tanto, la propuesta de modelado se basa en los conceptos del modelado empresarial tradicional e intenta incorporar los nuevos avances en este contexto para solucionar los problemas existentes.

- **Introducción de una nueva dimensión en el contexto del modelado empresarial.** La propuesta de modelado incorporar la dimensión del conocimiento en si misma para ser tenida en cuenta en el modelado empresarial a fin de potenciar la capacidad del mismo para externalizar el conocimiento.

  Esta dimensión de conocimiento se ha situado en el nivel de abstracción superior del CIM, CIM-Knowledge, puesto que el objetivo de la misma es la de generar el sistema de gestión de conocimiento de la empresa. En ella el conocimiento se representa siguiendo el marco conceptual definido en la Metodología KM-IRS, y junto con el siguiente nivel de abstracción definido, CIM-Business, el

cual coincide con las dimensiones tradicionalmente consideradas por el modelado empresarial permite la obtención del Mapa de Conocimiento de una empresa.

- **Caracterización del modelado a nivel CIM.** Explicitando cuales son los conceptos que es posible modelar a nivel CIM en una empresa tipo y organizándolos en dos niveles de abstracción. Además, se han propuesto diferentes tipos de modelos y diagramas a llevar a cabo en cada uno de estos dos niveles. La caracterización del nivel CIM se ha hecho con la perspectiva de establecer un vínculo entre los conceptos del modelado empresarial y otros trabajos que actualmente se están llevado a cabo en este nivel de abstracción como por ejemplo, los desarrollados por el OMG.

  En este trabajo, dicha caracterización se ha realizado desde la perspectiva del conocimiento y su granularidad, mostrando un nivel más agregado o detallado y por lo tanto dividiendo el nivel CIM en dos niveles de abstracción. En otros trabajos de investigación [82, 97] se ha hecho desde la perspectiva de que parte del CIM debe transformarse en un sistema informático, por lo tanto en ambos trabajos, los niveles de abstracción del CIM se dividen en dos, uno para mostrar el negocio de la empresa y otro inferior en el cual se recogen los requisitos para el futuro sistema informático. En este caso, esta división no tiene sentido pues todo el CIM es deseable que se transforme en PIM, puesto que un sistema de gestión del conocimiento ideal todo el Mapa de Conocimiento representado a nivel CIM debería estar informatizado.

- **Desarrollo de perfiles en UML2 para el modelado del conocimiento empresarial.** Se ha utilizado las nuevas capacidades proporcionadas por la versión 2.x de UML para adaptar este lenguaje de modelado a un dominio específico, en este caso el del modelado empresarial y enfocada en externalizar el conocimiento empresarial.

  El desarrollo del perfil supone un buen ejemplo de la aplicación de un mecanismo de UML redefinido recientemente, puesto que el ejemplo llevado a cabo es lo suficientemente amplio para proporcionar un modelo a seguir en otros casos en los cuales se desee utilizar perfiles. Además, en la definición del perfil se han obtenido resultados interesantes que complementan la bibliografía actual sobre el tema, puesto que normalmente se indica los pasos a seguir para implementar un perfil, pero no como tomar las decisiones de los estereotipos o valores etiquetados que es necesario añadir o cuales son las metaclases del Metamodelo de UML2 que deben extender.

- **Utilidad para las empresas y en particular para las PYMEs.** La implementación de la propuesta de modelado mediante perfiles de UML2 supone un avance para las PYMEs que no suelen realizar modelos empresariales, y en

cambio si realizan modelos de sus sistemas informáticos, por ejemplo utilizando UML como lenguaje de modelado.

UML se ha convertido en un estándar de facto en el modelado orientado a objetos y es utilizado por multitud de empresas, además de disponer de numerosas herramientas que lo implementan. Por ello, es buen candidato a ser utilizado como lenguaje de modelado empresarial y más específicamente para modelar el conocimiento empresarial, mediante la posibilidad que ofrece la implementación de nuevos perfiles que particularicen este lenguaje de modelado de propósito general a un determinado dominio.

7.3. Futuras líneas de investigación

El resultado de este trabajo de investigación va a ser continuado principalmente en la línea de la transformación de modelos siguiendo un enfoque MDA, y continuando con el refinamiento del perfil mediante su aplicación práctica en distintos dominios. En particular, se prevén los siguientes trabajos de investigación relacionados con la Propuesta MDK:

- Implementación del perfil como un plugin de Eclipse que permita el uso de los perfiles no solo sobre el IBM Rational Software Modeler Development Platform o sobre MagicDraw UML, de manera que se permita el modelado sobre un número más amplio de herramientas, e incluso tener una herramienta propia a nivel comercial; en la cual además se puedan implementar ciertas características que aporten mayor valor añadido al mapa de conocimiento empresarial como son la navegabilidad, la integración con motores de búsqueda y recursos ontológicos, etc.

- Implementación de la Ontología MDK y su integración tanto a nivel de mapa de conocimiento como de soporte a la transformación de modelos en el necesario proceso de adición de conocimiento que se tiene que producir en la transformación de modelos entre diferentes niveles de abstracción, como por ejemplo entre el CIM y el PIM.

- Evolución de la propuesta de modelado de forma que incorpore los avances en el tema de la transformación de modelos, y defina patrones de transformación de modelos desde el nivel CIM hasta el PIM, así como los avances en las propuestas a nivel CIM, puesto que ambos son dos ámbitos en los cuales se están llevando a cabo un número creciente de propuestas de investigación.

- Integración de la Metodología KM-IRIS y del método descrito en esta tesis para la aplicación de la Propuesta MDK en el trabajo desarrollado por el grupo de trabajo TG2 de INTEROP, con el fin de conseguir una completa interoperabilidad de las empresas en red mediante un enfoque dirigido por modelos y soportado por ontologías.

- Refinamiento del perfil de UML e incorporación de restricciones en OCL a través de la aplicación de la Propuesta MDK para el modelado del conocimiento empresarial en otros tipos de empresas virtuales pertenecientes a otros sectores.

En la Figura 7.1 se presenta el marco general de la Propuesta MDK presentado en color la parte que ha sido desarrollada en la presente tesis y el resto de temas que se

pretende desarrollar en el futuro como continuación a la investigación presentada en la tesis y anteriormente descritas.

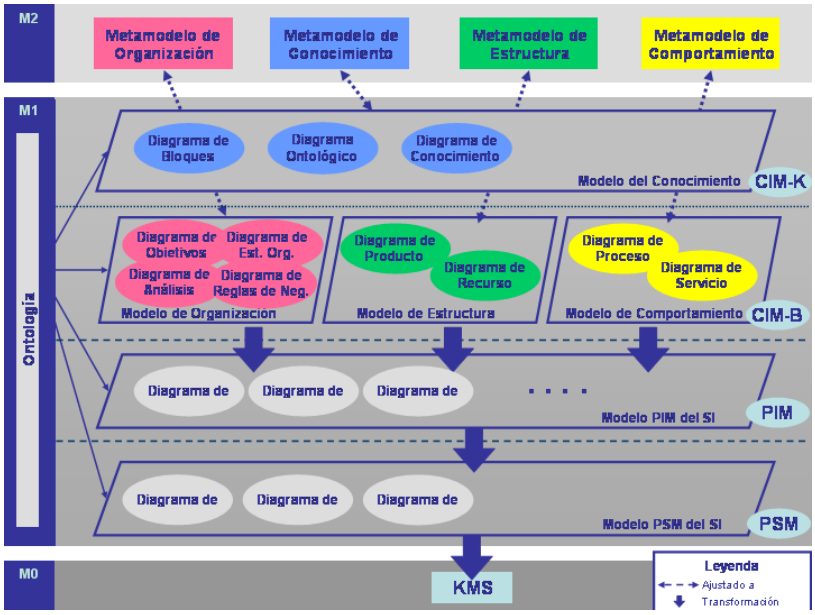

Figura 7.1: Futuras líneas de investigación basadas en la Propuesta MDK.

Bibliografía

[1] J. Ø. Aagedal, J. Bézivin, and P. F. Linington. Model-Driven Development. In J. Malenfant and B. M. Ostvold, editors, *ECOOP 2004 Workshop Reader*, volume 3344 of *LNCS*, pages 148–157. Springer, Heidelberg, 2005.

[2] M. S. Abdullah, I. Benest, A. Evans, and C. Kimble. Knowledge Modelling Techniques For Developing Knowledge Management Systems. In *3rd European Conference on Knowledge Management*, pages 15–25, 2002.

[3] M. S. Abdullah, C. Kimble, R. Paige, I. Benest, and A. Evans. Developing a UML Profile for Modelling Knowledge-Based Systems. In *Model Driven Architecture*, volume 3599 of *LNCS*, pages 220–233. Springer, Heidelberg, 2005.

[4] IDS Scheer AG. Enterprise Architectures and ARIS Process Platform, White Paper. Technical report, IDS Scheer AG, March 2005.

[5] R. S. Aguilar-Saven. Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*, 90(2):129–149, 2004.

[6] M. Alavi and D. E. Leidner. Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research issues. *Management Information Systems Quarterly*, 25(1):107–136, 2001.

[7] F. Allilaire, J. Bézivin, F. Jouault, and I. Kurtev. ATL - Eclipse Support for Model Transformation. In *Proc. of the Eclipse Technology eXchange Workshop (eTX) at the ECOOP 2006 Conf.*, 2006.

[8] D. J. Allsopp, A. Harrison, and C. Sheppard. A database architecture for reusable CommonKADS agent specification components. *Knowledge-Based Systems*, 15(5-6):275–283, 2002.

[9] A. Alonso, B. Guijarro, A. Lozano, J. T. Palma, and Mª. J. Taboada. *Ingeniería del Conocimiento. Aspectos Metodológicos*. Pearson Prentice Hall, 2004.

[10] S.W. Ambler. *The Elements of UML 2.0 Style*. Cambridge University Press, 2005.

[11] ESPRIT Consortium AMICE. *CIMOSA: Open System Architecture for CIM*. Springer-Verlag, 1991.

[12] M. Anastasiou. Deliverable D1.1. State of the Art - Itroduction. Technical report, IDEAS (IST-2001-37368) WP1, 2002.

[13] ATHENA. Advanced Technologies for interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications IP (IST-2001-507849). http://www.athena-ip.org, 2007.

[14] ATLAS. Atlas Transformation Language (ATL). http://www.sciences.univ-nantes.fr/lina/atl/, 2007.

[15] B. Bauer and J. Odell. UML 2.0 and agents: how to build agent-based systems with the new UML standard. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 18(2):141–157, 2005.

[16] G. Berio. Deliverable 3.1. Annex 6. The UEML 1.0. Technical report, UEML (IST-2001-34229), 2003.

[17] G. Berio. Deliverable 3.1. Requirements analysis: initial core constructs and architecture. Technical report, UEML (IST-2001-34229), 2003.

[18] G. Berio. Deliverable 3.3. Requirements analysis. Technical report, UEML (IST-2001-34229), 2003.

[19] G. Berio, A. Opdahl, and V. Anaya. Deliverable DEM 2. Roadmap for UEML and UEML 2.1. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) DEM, 2006.

[20] G. Berio, A. Opdahl, V. Anaya, and M. Dassisti. Deliverable DEM 1. UEML 2.1. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) DEM, 2005.

[21] G. Berio and M. Petit. Enterprise Modelling and the UML: (sometimes) a conflict without a case. In *Proc. of the 10th ISPE Int. Conf. on Concurrent Engineering: Research and applications*, pages 26–30, July 2003.

[22] G. Berio and F. B. Vernadat. New developments in enterprise modelling using CIMOSA. *Computers in Industry*, 40(2-3):99–114, 1999.

[23] P. Bernus. Enterprise models for enterprise architecture and ISO 9000:2000. *Annual Reviews in Control*, 27(2):211–220, 2003.

[24] P. Bernus, K. Mertins, and G. Schmidt. *Handbook of Information Architectures*. Springer-Verlag, 1998.

[25] P. Bernus, L. Nemes, and T. J. Williams. *Architectures for Enterprise Integration*. Chapman & Hall, 1996.

[26] A. J. Berre, A. Hahn, D. Akehurst, J. Bezivin, A. Tsalgatidou, F. Vermaut, L. Kutvonen, and P. F. Linington. Deliverable D9.1. State-of-the art for Interoperability architecture approaches, Model driven and dynamic, federated enterprise interoperabilityarchitectures and interoperability for non-functional aspects. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) D9, 2004.

[27] G. Berrisford. Why IT veterans are sceptical about MDA. In *2nd European Workshop on MDA with an emphasis on Methodologies and Transformations*, pages 125–135, Kent, 2004. Computing Laboratory, University of Kent.

[28] P. Bertolazzi, C. Krusich, and M. Missikoff. An Approach to the Definition of a Core Enterprise Ontology: CEO. In *Int. Workshop on OES-SEO 2001*, September 2001.

[29] C. Bock and M. Gruninger. PSL: A semantic domain for flow models. *Software and Systems Modelling Journal*, 4(2):209–231, 2005.

[30] G. Booch, J. Rumbaugh, and I. Jacobson. *The Unified Modeling Language User Guide, Second Edition*. Addison Wesley, 2006.

[31] N. Boudjlida. Deliverable DTG4.1. A practical experiment on semantic enrichment of enterprise models in a homogeneous environment. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) TG4, 2006.

[32] J-P. Bourey, R. Grangel, G. Doumeingts, and A. J. Berre. Deliverable DTG2.2. Report on Model Interoperability. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) TG2, 2006.

[33] J-P. Bourey, R. Grangel, G. Doumeingts, and A. J. Berre. Deliverable DTG2.3. Report on Model Driven Interoperability. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) TG2, 2007.

[34] BPMi.org. Business process modelling. http://www.bpmi.org, 2007.

[35] R. Brachman and H. Levesque. *Knowledge Representation and Reasoning*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004.

[36] J. Browne and J. Zhang. Extended and virtual enterprises - similarities and differences. *International Journal of Agile Management Systems*, 1/1:30–36, 1999.

[37] J. Burkel. Applying CIM for Competitive Advantage. In J. Burkel, editor, *Proc. of the Autofact'91*. Dearborn, Michigan: SME, cop, 1991.

[38] C. Campos, R. Grangel, R. Chalmeta, and Ò. Coltell. Requirements to Improve the Synchronisation of Inter-enterprise Models. In C. Bussler and A. Haller, editors, *BPM 2005*, volume 3812 of *LNCS*, pages 353–362. Springer, Heidelberg, 2006.

[39] R. Chalmeta, C. Campos, and R. Grangel. References architectures for enterprises integration. *The Journal of Systems and Software*, 57(3):175–191, July 2001. Elsevier.

[40] R. Chalmeta and R. Grangel. ARDIN extension for virtual enterprise integration. *The Journal of Systems and Software*, 67(3):141–152, September 2003. Elsevier.

[41] R. Chalmeta and R. Grangel. Performance measurement systems for virtual enterprise integration. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 18(1):73–84, January-February 2005. Taylor & Francis.

[42] R. Chalmeta and R. Grangel. Methodology for the Implementation of Knowledge Management Systems. *accepted: Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2007.

[43] R. Chalmeta, R. Grangel, C. Campos, and Ò. Coltell. An Approach to the Enterprise Integration. In M. Missikoff, editor, *Open INTEROP Workshop on EMOI-INTEROP 2004 at CAiSE'04*, volume 3, pages 253–256, June 2004.

[44] R. Chalmeta, R. Grangel, Á. Ortiz, and R. Poler. Virtual Integration of the Tile Industry (VITI). In M. A. Jeusfeld and O. Pastor, editors, *Conceptual Modeling for Novel Application Domains*, volume 2814 of *LNCS*, pages 65–76. Springer, Heidelberg, October 2003.

[45] V. Chapurlat, M. Larnac, E. Lamine, and J. Magnier. Definition of a formal analysis framework for existing enterprise modelling approaches. In *ASI'99 - Advanced Summer Institute Special session: New developments in enterprise modelling*, September 1999.

[46] D. Chen and G. Doumeingts. European initiatives to develop interoperability of enterprise applications–basic concepts, framework and roadmap. *Annual Reviews in Control*, 27(2):153–162, 2003.

[47] D. Chen and F. Vernadat. Enterprise Interoperability: A Standardisation View. In K. Kosanke, R. Jochem, J. G. Nell, and Á. Ortiz, editors, *ICEIMT*, volume 236 of *IFIP Conference Proceedings*, pages 273–282. Kluwer, 2003.

[48] D. Chen and F. Vernadat. Standards on enterprise integration and engineering-state of the art. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 17(3):235–253, April-May 2004. Taylor & Francis.

[49] J. Cheng, M. Gruninger, R. D. Sriram, and K. H. Law. Process Specification Language for project scheduling information exchange. *International Journal of IT in Architecture, Engineering and Construction (IT-AEC)*, 1(4):307–328, 2003.

[50] Computas. METIS. http://www.computas.com, 2007.

[51] K. Czarnecki. Overview of Generative Software Development. In J-P. Banâtre et al., editors, *Unconventional Programming Paradigms (UPP) 2004*, volume 3566 of *LNCS*, pages 313–328. Springer, Heidelberg, 2005.

[52] K. Czarnecki and S. Helsen. Classification of model transformation approaches. In J. Bettin, G. van Emde Boas, A. Agrawal, E. Willink, and J. Bézivin, editors, *2nd Workshop on Generative Techniques in the context of Model Driven Architecture*, October 2003.

[53] F. Dave, P. Harmon, J. Mukerji, J. Odell, M. Owen, P. Revitt, M. Rosen, and R.M. Soley. The Zachman Framework and the OMG's Model Driven Architecture. Technical report, BPTrends, September 2003.

[54] R. E. Day. Totality and representation: A history of knowledge management through European documentation, critical modernity, and post-Fordism. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 52(9):725–735, 2001.

[55] V. Devedzic. A survey of modern knowledge modeling techniques. *Expert systems with applications*, 17:275–294, 1999.

[56] E. W. Dijkstra. Structure of the 'THE'-Multiprogrammeming System. *Communications of the ACM*, 11(5):341–346, 1968.

[57] G. Doumeingts, A. J. Berre, J-P. Bourey, and R. Grangel. Deliverable DTG2.1. Report on Model establishment. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) TG2, 2006.

[58] G. Doumeingts, A. J. Berre, R. Grangel, M. Jeusfeld, K. Geihs, Y. Ducq, J-P. Bourey, and M. Bigand. Deliverable D7.1. State of the art of methods to derive IT specifications from models and to develop IT specific components based on IT modelling. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) WP7, 2005.

[59] G. Doumeingts and D. Chen. Interoperability development for enterprise applications and software. In P. Cunningham, M. Cunningham, and P. Fatelnig, editors, *Building the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies*, eBusiness. IOS Press Amsterdam, 2003.

[60] G. Doumeingts, P-E. Dossou, T. Despoix, M. Roque, B. Vallespir, and J-P. Domenger. GRAI Metamodeling v 2.5. Technical report, UEML (IST-2001-34229) WP3, 2002.

[61] G. Doumeingts and Y. Ducq. Enterprise Modelling techniques to improve efficiency of enterprises. *International Journal of Production Planning and Control*, 12(2):146–163, 2001.

[62] G. Doumeingts, B. Vallespir, and D. Chen. *International Handbook on Information Systems*, chapter Decisional modelling GRAI grid, pages 313–337. Springer-Verlag, 1998.

[63] G. Doumeingts, B. Vallespir, M. Zanittin, and D. Chen. *GIM-GRAI Integrated Methodology, a Methodology for Designing CIM Systems, Version 1.0*. LAP/GRAI, University Bordeaux 1, Bordeaux, France, May 1992.

[64] F. I. Dretske. *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.

[65] Y. Ducq, D. Chen, and B. Vallespir. Interoperability in enterprise modelling: requirements and roadmap. *Advanced Engineering Informatics*, 18(4):193–203, 2004.

[66] H. Ehrig and K. Ehrig. Overview of Formal Concepts for Model Transformations Based on Typed Attributed Graph Transformation. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 152:3–22, 2006.

[67] B. Elvesæter, A. Hahn, A. J. Berre, and T. Neple. Towards an Interoperability Framework for Model-Driven Development of Software Systems. In *1st Int. Conf. on Interoperability of ESA (I-ESA'05)*, 2005.

[68] H. E. Eriksson and M. Penker. *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*. J. Wiley, 2000.

[69] The Eclipse Foundation. Eclipse. http://www.eclipse.org/, 2007.

[70] M. Fowler. *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*. Addison-Wesley, 2003.

[71] M. S. Fox and M. Gruninger. Enterprise Modelling. *AI Magazine*, 19(3):109–121, 1998.

[72] J. Fraser and A. Macintosh. Enterprise State of the Art Survey. The Enterprise Consortium, AIAI, The University of Edinburgh, 1994.

[73] FUE. Fundació Universitat Jaume I-Empresa (FUE-UJI). http://www.fue.uji.es, 2007.

[74] L. Fuentes and A. Vallecillo. Una introducción a los perfiles UML. *Novática*, marzo-abril(168):6–11, 2004.

[75] L. Fuentes, A. Vallecillo, and J. M. Troya. Using UML Profiles for Documenting Web-Based Application Frameworks. *Annals of Software Engineering*, 13:249–264, 2002.

[76] A. B. García. Deliverable DA1.1.1. First Version of State of the Art in Enterprise Modelling Techniques and Technologies to Support Enterprise Interoperability. Technical report, ATHENA IP (IST-2001-507849) Work package - A1.1, 2004.

[77] D. Gasevic, D. Djuric, and V. Devedzic. *Model Driven Architecture and Ontology Development*. Springer, 2006.

[78] G. Geerts and W. E. McCarthy. An Ontological Analysis of the Primitives of the Extended-REA Enterprise Information Architecture. *The International Journal of Accounting Information Systems*, 3:1–16, 2002.

[79] R. Grangel. A Proposal for Modelling Enterprise Knowledge in Virtual Enterprises. In H. Panetto and N. Boudjlida, editors, *Interoperability for Enterprise Software and Applications*, pages 359–368. ISTE Publishing Company, 2006.

[80] R. Grangel, R. Ben-Salem, J-P. Bourey, N. Daclin, and Y. Ducq. Transforming GRAI Models into UML Models, a First Step to Model Driven Interoperability. In R. J. Gonçalves, J. P. Müller, K. Mertins, and M. Zelm, editors, *Enterprise Interoperability II. New Challenges and Approaches*, pages 447–458. Springer, London, 2007.

[81] R. Grangel, J-P. Bourey, and A. J. Berre. Solving Problems in the Parameterisation of ERPs using a Model-DrivenApproach. In G. Doumeingts, J. Müller, G. Morel, and B. Vallespir, editors, *Enterprise Interoperability. New Challenges and Approaches*, pages 103–114. Springer, London, 2007.

[82] R. Grangel, J-P. Bourey, R. Chalmeta, and M. Bigand. UML for Enterprise Modelling: basis for a Model-Driven Approach. In G. Doumeingts, J. Müller, G. Morel, and B. Vallespir, editors, *Enterprise Interoperability. New Challenges and Approaches*, pages 91–102. Springer, London, 2007.

[83] R. Grangel and R. Chalmeta. Methodology for the development of a sectoral standard for EDI. In S. Wang, K. Tanaka, and S. Zhou, editors, *Conceptual Modeling for Advanced Application Domains*, volume 3289 of *LNCS*, pages 641–652. Springer, Heidelberg, November 2004.

[84] R. Grangel and R. Chalmeta. A Methodological Approach for Enterprise Modelling of Small and Medium Virtual Enterprises based on UML. Application to a Tile Virtual Enterprise. In *Doctoral Symposium at 1st Int. Conf. on Interoperability of ESA (I-ESA'2005)*, 2005.

[85] R. Grangel, R. Chalmeta, and C. Campos. Defining of Target Knowledge in Virtual Enterprise. In W. Abramowicz and H. C. Mayr, editors, *Business Information Systems - 9th Int. Conf. on BIS 2006*, pages 256–266. Gesellschaft für Informatik (GI), 2006.

[86] R. Grangel, R. Chalmeta, and C. Campos. A Modelling Framework for Sharing Knowledge. In B. Apolloni et al., editors, *KES 2007/ WIRN 2007, Part II*, volume 4693 of *LNAI*, pages 1230–1237. Springer, Heidelberg, 2007.

[87] R. Grangel, R. Chalmeta, and C. Campos. Requirements for Establishing a Conceptual Knowledge Framework in Virtual Enterprises. In W. Abramowicz and H. C. Mayr, editors, *Technologies for Business Information Systems*, pages 159–172. Springer, 2007.

[88] R. Grangel, R. Chalmeta, C. Campos, and Ò. Coltell. Enterprise Modelling, an overview focused on software generation. In H. Panetto, editor, *Interoperability of ESA Workshops of the INTEROP-ESA International Conference EI2N, WSI, ISIDI and IEHENA 2005*, pages 65–76. Hermes Science Publishing, 2005.

[89] R. Grangel, R. Chalmeta, S. Schuster, and I. Peña. Exchange of Business Process Models using the POP* Meta-model. In C. Bussler and A. Haller, editors, *BPM 2005*, volume 3812 of *LNCS*, pages 233–244. Springer, Heidelberg, 2006.

[90] R. Grangel, K. Correa, F. D'Antonio, J-P. Bourey, and A. J. Berre. Analysing CIM2PIM Approaches to Improve Interoperability. In R. J. Gonçalves, J. P. Müller, K. Mertins, and M. Zelm, editors, *Enterprise Interoperability II. New Challenges and Approaches)*, pages 115–118. Springer, London, 2007.

[91] The Open Group. The Open Group Architectural Framework (TOGAF) Version 8 'Enterprise Edition', 2002.

[92] T. R. Gruber. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199–220, 1993.

[93] C. Hall and P. Harmon. The 2005 Enterprise Architecture, Process Modeling & Simulation Tools Report. Technical report, BPTrends, April 2005.

[94] P. Harmon. Enterprise Architectures. Technical report, BPTrends, January 2003.

[95] J. H. Heinrichs and J-S. Lim. Model for organizational knowledge creation and strategic use of information. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56(6):620–629, 2005.

[96] M. Henao. *CommonKADS-RT: Una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento de Tiempo Real*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia, 2001.

[97] S. Hendryx. Integrating Computation Independent Business Modeling Languages into the MDA with UML 2. http://www.omg.org/docs/ad/03-01-32.doc, 2003.

[98] IBM. IBM Rational Software Modeler Development Platform 6.0.1. http://www-306.ibm.com/software/rational/, 2007.

[99] IBM. Model Transformation Framework (MTF). http://www.alphaworks.ibm.com/tech/mtf, 2007.

[100] IDEAS. Interoperability Development for Enterprise Application and Software Thematic Network (IST-2001-37368). http://cordis.europa.eu/ist/ka2/rmapsmartorg.html#ideas, 2007.

[101] IDEF. Integrated DEFinition methods. http://www.idef.com/, 2007.

[102] IEEE. *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990.

[103] IEM. Business process oriented knowledge management. In K. Mertins, P. Heisig, and J. Vorbeck, editors, *Knowledge Management. Concepts and Best Practices*. Springer-Verlag, 2003.

[104] IFIP-IFAC. Generalised enterprise reference architecture and methodology (GERAM). Technical Report Version 1.6.3, March 1999. http://www.cit.gu.edu.au/ bernus/taskforce/geram/versions.

[105] E. Insfran, V. Pelechano, and O. Pastor. Conceptual Modeling in the eXtreme. *Information and Software Technology*, 44(11):659–669, 2002.

[106] INTEROP. Interoperability Research for Networked Enterprises Applications and Software NoE (IST-2003-508011). http://www.interop-noe.org, 2007.

[107] IPK. MO^{2}GO. http://www.ipk.fhg.de, 2007.

[108] ISO/IEC. International Standard ISO/IEC 10746-1. Information technology - Open Distributed Processing - Reference model: Overview. Technical report, ISO/IEC, 1998.

[109] ISO/IEC. International Standard ISO/IEC 15414 ITU-T Recommendation X.911. Information Technology-Open Distributed Processing-Reference Model-Enterprise Language. Technical report, ISO/IEC, 2004.

[110] ISO/IEC. RM-ODP: The Reference Model for Open Distributed Processing. http://www.rm-odp.net/, 2007.

[111] ISO/TS 18876-1. Industrial automation systems and integration - Integration of industrial data for exchange, access and sharing - Part 1: Architecture overview and description. Technical report, International Organisation for Standardisation, 2003.

[112] I. Jacobson, G. Booch, and J. Rumbaugh. *The Unified Software Development Process*. Addison-Wesley, 2000.

[113] F. P. Brooks Jr. *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*. Addison-Wesley, 1975.

[114] A. Kalnins, E. Celms, and A. Sostaks. Tool support for MOLA. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 152:83–96, 2006.

[115] B. Kalpic and P. Bernus. Business process modelling in industry–the powerful tool in enterprise management. *Computers in Industry*, 47(3):299–318, 2002.

[116] R. S. Kaplan and D. P. Norton. *The Balanced Scorecard: Translating strategy into action*. Harvard Business School Press, 1996.

[117] H. Kühn and M. Murzek. Interoperability Issues in Metamodelling Platforms. In *Interoperability of Enterprise Software and Applications*, pages 215–226, 2006.

[118] T-Y. Kim, S. Lee, K. Kim, and C-H. Kim. A modeling framework for agile and interoperable virtual enterprises. *Computers in Industry*, 57(3):204–217, 2006.

[119] M. Kirikova. Explanatory capability of enterprise models. *Data & Knowledge Engineering*, 33(2):119–136, 2000.

[120] M. Kirikova and A. Stasko. Enterprise architecture and foresight based business process adequacy analysis. In *8th Workshop on BPMDS'07, (in association with the CAISE'07 Conference)*. Springer Verlag, 2007.

[121] A. G. Kleppe, J. Warmer, and W. Bast. *MDA Explained: The Model Driven Architecture: Practice and Promise*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2003.

[122] K. Kosanke. Comparison of Modelling Methodologies. In Katsheuvel, editor, *Proc. of the DIISM'96*. Chapman & Hall, 1996.

[123] K. Kosanke. EI3-IC Overview. In *Proc. of the ICEIMT'02 Conference*, pages 3–6, 2002.

[124] K. Kosanke and J. G. Nell. Standardisation in ISO for enterprise engineering and integration. *Computers in industry*, 40:311–319, 1999.

[125] K. Kosanke, F. Vernadat, and M. Zelm. CIMOSA: enterprise engineering and integration. *Computers in Industry*, 40(2-3):83–97, 1999.

[126] K. Kosanke and M. Zelm. CIMOSA modelling processes. *Computers in Industry*, 40(2-3):141–153, 1999.

[127] J. Krogstie. Extended Enterprise MEthodology, Final version 1-12-d-2002-01-0. Technical report, EXTERNAL (IST-1999-10091), 2002.

[128] J. Krogstie, O. I. Lindland, and G. Sindre. Defining Quality Aspects for Conceptual Models. In E. D. Falkenberg, W. Hesse, and A. Olivé, editors, *Information Systems Concepts: Towards a consolidation of views*, Proc. IFIP International working conference on information system concepts, pages 216–231. Chapman & Hall, 1995.

[129] M. Lankhorst. *Enterprise Architecture at Work*. Springer-Verlag, 2005.

[130] LAP/GRAI. GraiTools. http://www.graisoft.com, 2007.

[131] S. Leist and G. Zellner. Evaluation of current architecture frameworks. In *Proc. of the 2006 ACM symposium on Applied computing*, pages 1546–1553, 2006.

[132] S. Liao. Knowledge management technologies and applications - literature review from 1995 to 2002. *Expert Systems with Applications*, 25:155–164, 2003. Elsevier.

[133] F. M. Lillehagen, E. Dehli, L. Fjeld, J. Krogstie, and H. D. Jørgensen. Utilizing Active Knowledge Models in an Infrastructure for Virtual Enterprises. In *PRO-VE*, pages 353–360, 2002.

[134] O. I. Lindland, G. Sindre, and A. Soelvberg. Understanding Quality in Conceptual Modeling. *IEEE Software*, 11(2):42–49, 1994.

[135] P. F. Linington. RM-ODP: The Architecture. In K. Raymond and E. Armstrong, editors, *Open Distributed Processing: Experience with Distributed Environments*, pages 15–33. IFIP, Chapman and Hall, February 1995.

[136] C. Marshall. *Enterprise Modeling with UML. Designing Successful Software Through Business Analysis*. Addison Wesley, 2000.

[137] M. M. Matilla and R. Chalmeta. Methodology for Performence Measurement Systems Implementation in SMEs. In *Proc. of the 9th Int. Conf. on Enterprise Information Systems*, 2007.

[138] C. McInerney. Knowledge management and the dynamic nature of knowledge. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53(12):1009–1019, 2002.

[139] T. Mens and P. V. Corp. A Taxonomy of Model Transformation. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 152:125–142, 2006.

[140] M. Missikoff. Business and Enterprise Ontologies: Systems, Methods, and Experiences. In *Int. Workshop on OES-SEO 2001*, 2001.

[141] M. Missikoff et al. Deliverable D8.1. Ontology-Based Integration and Interoperability of Enterprise Modelling, Architectures and Platforms: State of the Art and State of the Practice. Technical report, INTEROP NoE (IST-2003-508011) WP8, 2004.

[142] MODELWARE. Modeling solution for software systems Project (IST-2004-511731). http://www.modelware-ist.org/, 2007.

[143] P-A. Muller, F. Fleurey, D. Vojtisek, Z. Drey, D. Pollet, F. Fondement, P. Studer, and J-M. Jézéquel. On Executable Meta-Languages applied to Model Transformations. In *Model Transformation In Practice Workshop held in conjunction with MODELS/UML 2005 Conf.*, 2005.

[144] B. A. Myers. Taxonomies of visual programming and program visualization. *Journal of Visual Languages and Computing*, 1(1):97–123, 1990.

[145] A. Newell. The knowledge level. *Artificial Intelligence*, 18:87–127, 1982.

[146] NIST. Process Specification Language (PSL). http://www.mel.nist.gov/psl/, 2007.

[147] NoMagic. MagicDraw UML 12.0. http://www.magicdraw.com/, 2007.

[148] I. Nonaka and H. Takeuchi. *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, 1995.

[149] O. Noran. UML vs. IDEF: An Ontology-Oriented Comparative Study in View of Business Modelling. In *ICEIS (3)*, pages 674–682, 2004.

[150] L. Obrst. Ontologies for semantically interoperable systems. In *CIKM'03*, pages 366–369, 2003.

[151] O. P. Ohren. Deliverable DA1.3.1. Report on Methodology description and guidelines definition. Technical report, ATHENA IP (IST-2001-507849) Work package - A1.1, 2005.

[152] D. E. O'Leary. Guest Editor's Introduction: Knowledge Management Systems: Converting and Connecting. *IEEE Intelligent Systems*, 13(3):30–33, 1998.

[153] D. E. O'Leary, D. Kuokka, and R. Plant. Artificial Intelligence and Virtual Organizations. *Communications of the ACM*, 40(1):52–59, 1997.

[154] OMG. *Model Driven Architecture (MDA), Architecture Board ORMSC*, document number: ormsc/2001-07-01 edition, July 2001.

[155] OMG. *Meta Object Facility (MOF) Specification*, version 1.4 formal/02-04-03 edition, April 2002.

[156] OMG. *MDA Guide Version 1.0.1*, document number: omg/2003-06-01 edition, June 2003.

[157] OMG. *OMG Unified Modeling Language Specification*, version 1.5 formal/03-03-01 edition, March 2003.

[158] OMG. *A proposal for an MDA Foundation Model*, document number: ormsc/2005-04-01 edition, April 2005.

[159] OMG. *Unified Modeling Language: Superstructure*, version 2.0 formal/05-07-04 edition, August 2005.

[160] OMG. *Diagram Interchange*, version 1.0 formal/06-04-04 edition, April 2006.

[161] OMG. *Meta Object Facility (MOF) Core Specification*, version 2.0 formal/06-01-01 edition, January 2006.

[162] OMG. *Object Constraint Language*, version 2.0 formal/06-05-01 edition, May 2006.

[163] OMG. *UML 2.1.1 XMI file*, version 2.1.1 ptc/06-10-06 edition, October 2006.

[164] OMG. Object management group. http://www.omg.org/, 2007.

[165] OMG. *Unified Modeling Language: Infrastructure*, version 2.1.1 formal/07-02-06 edition, February 2007.

[166] OMG. *Unified Modeling Language: Superstructure*, version 2.1.1 formal/07-02-05 edition, February 2007.

[167] A. L. Opdahl and B. Henderson-Sellers. A Template for Defining Enterprise Modelling Constructs. *Journal of Database Management*, 15(2):39–73, 2004.

[168] A. L. Opdahl and B. Henderson-Sellers. *Ontologies and Business System Analysis*, chapter 6. Template-Based Definition of Information Systems and Enterprise Modelling Constructs. Idea Group Publishing, 2005.

[169] Á. Ortiz. Vrcilt - Virtual reality CIMOSA learning and training tutorial, 2005.

[170] A. Ortiz, F. Lario, and L. Ros. Enterprise Integration–Business Processes Integrated Management: a proposal for a methodology to develop Enterprise Integration Programs. *Computers in Industry*, 40(2-3):155–171, 1999.

[171] H. Panetto. UML Semantics Representation of Enterprise Modelling Constructs. In *ICEIMT*, pages 381–387, 2002.

[172] K. Pantakar. Enterprise integration modeling: a review of theory and practice. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 8(1), 1995.

[173] O. Pastor, J. Gomez, E. Insfran, and V. Pelechano. The OO-method approach for information systems modeling: from object-oriented conceptual modeling to automated programming. *Information Systems*, 26(7):507–534, 2001.

[174] M. Petit. Deliverable D1.1. Report on the State of the Art in Enterprise Modelling. Technical report, UEML (IST-2001-34229), 2002.

[175] M. Polayni. *The Tacit Dimension*. P. Smith (Reprinted 1983), 1966.

[176] R. Poler. *Análisis dinámico del sistema decisional de la empresa en el marco del Método GRAI. Aplicación a una PYME textil*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia, 1998.

[177] R. Poler, F. C. Lario, and G. Doumeingts. Dynamic modelling of Decision Systems (DMDS). *Computers in Industry*, 49(2):175–193, 2002.

[178] ESPRIT IT Programme. CommonKADS. http://www.commonkads.uva.nl/, 2007.

[179] TOVE Project. TOVE. http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove, 2007.

[180] B. Ramesh and A. Tiwana. Supporting Collaborative Proccess Knowledge Management in New Product Development Teams. *Decision Support Systems*, 27:213–235, 1999.

[181] P. Roques. *Les Cahiers du programmeur UML*. Eyrolles, 2002.

[182] P. Roques and F. Vallée. *UML 2 en action*. Eyrolles, 2004.

[183] J. Rumbaugh, I. Jacobson, and G. Booch. *The Unified Modeling Language Reference Manual, Second Edition*. Addison Wesley, 2006.

[184] A-W. Scheer. *ARIS, Business Process Framework*. 3rd edition-Berlin, 1999.

[185] A-W. Scheer. *ARIS, Business Process Modelling*. 3rd edition-Berlin, 1999.

[186] G. Schreiber and R. de Hoog. *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. MIT Press, 1999.

[187] K. Schulz et al. Deliverable D3.6. Roadmaps and Recommendations on RTS activities. Technical report, IDEAS (IST-2001-37368) WP3, 2003.

[188] P. Schütt. The post-Nonaka Knowledge Management. *J. UCS*, 9(6):451–462, 2003.

[189] J. F. Sowa. *Knowledge Representation. Logical, Philosophical, and Computational Foundations*. Books/Cole, 2000.

[190] J. F. Sowa. Glossary. http://www.jfsowa.com/ontology/gloss.htm, 2007.

[191] I. Splieger. Technology and Knowledge: bridging a 'generating' gap. *Infomation and Management*, 40:533–539, 2003.

[192] J. M. Sprinkle, A. Ledeczi, G. Karsai, and G. Nordstrom. The New Metamodeling Generation. *ECBS*, 00:0275, 2001.

[193] G. Spur, K. Mertins, and R. Jochem. *Integrated Enterprise Modelling*. Beuth Verlag GmbH, 1996.

[194] W. B. Teeuw and H. Berg. On the Quality of Conceptual Models. In S. W. Liddle, editor, *Proc. of the ER'97 Workshop on Behavioral Models and Design Transformations: Issues and Opportunities in Conceptual Models and Design*, 1997.

[195] D. Tsichritzis and A. C. Klug. The ANSI/X3/SPARC DBMS Framework Report of the Study Group on Dabatase Management Systems. *Information Systems*, 3(3):173–191, 1978.

[196] H. Tsoukas. The Tyranny of Light. *Futures*, 29(9):827–843, 1997.

[197] UEML. Unified Enterprise Modelling Language Thematic Network (IST-2001-34229). http://www.ueml.org, 2007.

[198] M. Uschold and M. Gruninger. Ontologies: Principles, Methods and Applications. *Knowledge Engineering Review*, 11(2):93–155, 1996.

[199] M. Uschold, M. King, S. Moralee, and Y. Zorgios. The Enterprise Ontology. *Knowledge Engineering Review*, 13(1):31–89, 1998.

[200] E. F. Vail. Knowledge mapping: getting started with knowledge management. *Information Systems Management*, Fall(3):16–23, 1999.

[201] F. B. Vernadat. *Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications*. Chapman and Hall, 1996.

[202] F. B. Vernadat. Enterprise Modeling and Integration: Myth or reality? In *Proc. of the 2nd Int. Conf. on Management and Control of Production andLogistics (MCPL'2000)*, July 2000. Plenary talk.

[203] F. B. Vernadat. Enterprise modeling and integration (EMI): Current status and research perspectives. *Annual Reviews in Control*, 26(1):15–25, 2002.

[204] F. B. Vernadat. Interoperable enterprise systems: Principles, concepts, and methods. *Annual Reviews in Control*, 31(1):137–145, 2007.

[205] T. Williams. The Purdue Enterprise Reference Architecture. In Elsevier, editor, *Proc. of the Workshop on Design of Information Infrastructure Systems for Manufacturing*, November 1993.

[206] ISO/TC 184/SC 4 y TC 184/SC 5. International standard 18629 PSL of ISO. http://www.iso.org, 2007.

[207] J. Zachman. *The Zachman Framework: A Primer for Enterprise Engineering and Manufacturing*. Electronic book, 2003.

[208] J. A. Zachman. A Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal*, 26(3), 1987.