

## Propuesta de un marco de referencia holístico de modelado de empresas

Joaquín Cestero, Llanos Cuenca, Ángel Ortiz

Recibido: 23 de Mayo de 2018 / Aceptado: 30 de Julio de 2018

### Resumen

Se presenta un marco de referencia de modelado de empresas con un enfoque holístico (MRHME) y una orientación a la gestión empresarial (management). Se da una visión general incluyendo los componentes que lo integran: espacio de los modelos, meta-modelos y modelos, puntos de vista y vistas, lenguaje de modelado y metodología de modelado. Se incluye una descripción de un caso de aplicación en un centro de investigación y desarrollo universitario.

### Palabras clave

Modelado, empresas, marco de referencia, requisitos.

## 1 Introducción

El modelado de empresas (Vernadat, 1996) es una disciplina que contribuye a mejorar su conocimiento (generando las llamadas arquitecturas de la empresa) y, por lo tanto, puede ser una ayuda importante en su proceso de cambio. El modelado de empresas utiliza como apoyo los denominados marcos de referencia de modelado de empresas (MRME), que son estructuras en las que se especifica la información que ha de contener un modelo de una empresa. El propuesto por Zachman (1987) está reconocido como el pionero.

Los marcos de referencia existentes (ver apdo. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) están principalmente orientados al diseño y desarrollo de sistemas de información (Zachman, FEAF, TOGAF...) porque ayudan a visualizar cómo se distribuyen y relacionan los recursos de tecnología de la información. Todo esto hace que algunos aspectos de gran trascendencia en la gestión empresarial como son los intangibles (capacidades de la empresa, liderazgo, cultura empresarial, competencia y motivación de las personas, etc.) o con menos posibilidades de formalización (por ejemplo, estrategia, modelo de negocio) no se suelen considerar en

el modelado, o si se consideran es de un modo poco profundo y marginal, meramente como un paso intermedio para la finalidad principal: por ejemplo, desarrollar un sistema de información alineado con el negocio. Este planteamiento puede provocar deficiencias que afecten significativamente al resultado de un proyecto de transformación empresarial (tanto si incluye la incorporación de tecnología de la información como si no). Todo esto limita su utilización por otros grupos de interés concernidos con una visión completa de la empresa (entendida como cualquier agrupación de personas que utilizan recursos con una finalidad), especialmente cuando se trata de llevar a cabo proyectos de carácter estratégico.

Con lo anterior, se podría anticipar que sería apreciada la existencia de un marco de referencia de modelado de empresas que tuviera un enfoque holístico. Dicho de otra forma, que considerara de una forma integrada los aspectos más relevantes en el funcionamiento y los resultados de una empresa. Esta orientación clara e inequívoca a la gestión empresarial (management) permitiría su incorporación al conjunto de herramientas metodológicas a disposición de la comunidad de la gestión (académicos, consultores, directivos, etc.). Esta herramienta podría ser de aplicación en aquellos casos en que fuera necesario tener una visión completa de la empresa para poder valorar el impacto de unas acciones de amplio alcance en los diversos aspectos de la empresa. Algunos ejemplos, serían: fusiones, adquisiciones y alianzas entre empresas, proyectos de reingeniería de procesos, de transformación digital de empresas, reestructuraciones organizativas, nuevas estrategias disruptivas.

Para identificar los marcos de referencia de modelado de empresas (MRME) que disponían de un enfoque holístico de la empresa (MRHME) se hizo una revisión de la literatura (ver apdo. 2).

---

✉ Joaquín Cestero \*  
[joacesra@doe.upv.es](mailto:joacesra@doe.upv.es)

Llanos Cuenca \*\*  
[llcuenca@cigip.upv.es](mailto:llcuenca@cigip.upv.es)

Ángel Ortiz \*\*  
[aortiz@cigip.upv.es](mailto:aortiz@cigip.upv.es)

\*Dpto. de Organización de Empresas. Universitat Politècnica de València

\*\*Centro de Investigación Gestión e Ingeniería de Producción. Universitat Politècnica de València

Una vez recopilados el mayor número posible de marcos de referencia de modelado, que se consideraron MRME potenciales, se hizo una evaluación (Cestero, 2016) para obtener aquellos que realmente se pudieran considerar MRHME. Los resultados y conclusiones obtenidos se incluyen a continuación.

No existe ningún MRME que cubra los aspectos principales que caracterizan a una empresa desde un punto de vista holístico. Los aspectos tratados incluyen siempre Procesos y Recursos, Organización en la mayoría, y se repite el grupo negocio-información-tecnología. Estos aspectos tratados reflejan básicamente la consideración de la empresa como un sistema de procesamiento de información (Galbraith, 1977). Existen aspectos que prácticamente no están cubiertos por los MRME existentes como es el caso del grupo de aspectos “blandos” Liderazgo-Personas-Cultura.

No existe un MRME que cubra todos los aspectos de referencia. Esta afirmación se apoya en que se ha logrado identificar prácticamente la totalidad de los marcos de referencia existentes y analizar aquellos con posibilidades de tener el enfoque buscado: ser holísticos. Prácticamente la totalidad de los marcos de referencia revisados se constata que se han desarrollado con el propósito de diseñar sistemas de información o desarrollar software. En general, solamente aquellos que buscan que el sistema de información esté alineado con la estrategia de la empresa incluyen otros aspectos más allá de los relacionados con los SI. De los resultados obtenidos, se confirma que existen carencias que pudieran ser cubiertas por un nuevo marco de referencia. Esta es la finalidad del MRHME propuesto.

Para tratar de responder a las carencias de los marcos de referencia existentes, en este trabajo se presenta un marco de referencia holístico de modelado de empresas (MRHME) basado en (Cestero, 2016). Se proporciona una visión general y los componentes que lo integran, así como una referencia a un caso de aplicación en un centro de investigación y desarrollo universitario. Su descripción pormenorizada será objeto de otras publicaciones posteriores.

Las características de MRHME que se pueden considerar innovadoras, en mayor o menor medida, se citan seguidamente.

- El carácter único del marco de referencia propuesto (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).
- La posibilidad de ampliación de los aspectos de la empresa incluidos en el marco de una forma sencilla, lo que le permitirá adaptarse a más situaciones de modelado (ver 4.1.1).

- La dimensión detalle permite adaptarse con facilidad a la fase de evolución la empresa que se pretende modelar, desde la fase de concepción a la de diseño general (ver 4.1.2).
- La posibilidad de construir modelos en tres niveles de generalidad-especialidad, obteniendo modelos generales (metamodelos), parciales y particulares (ver 4.1.3).
- Para facilitar el manejo de las complejas relaciones entre los aspectos el marco propone una relaciones “condensadas”, definidas con precisión mediante los elementos: naturaleza, sentido, intensidad y calificador (ver 4.1.5).
- La disponibilidad de un amplio repertorio de puntos de vista y vistas predefinidos, incluidos los denominados “temáticos” (ver 4.3).
- La previsión de utilizar presentaciones adaptadas a los destinatarios del modelo, usando en cada caso la forma habitual para que les resulte fácilmente reconocible (ver 4.4).
- La disponibilidad de un lenguaje de modelado ad hoc, de especial potencia en el modelado de las relaciones entre los aspectos (ver 4.5).
- Formato de la especificación de MRHME controlado para asegurar al modelador que va a utilizar una versión válida (ver apdo. 3).

## 2 Literatura relacionada

La literatura relacionada es muy amplia porque el artículo trata muchos y variados temas. A continuación, se mencionan las publicaciones más relevantes de las utilizadas, que pueden servir de orientación al lector en cada uno de los temas .

- Aspectos generales del modelado  
Dinámica de sistemas: Forrester (1961);  
La empresa como sistema: Kast, Rosenzweig (1979);  
Modelado de la empresa: Vernadat (1996);  
El modelado y la transformación de la empresa: McGinnis (2007).

- Fundamentos teóricos del modelado
  - Fundamentos filosóficos: Van Gigch (1991);
  - Teoría de sistemas: Von Bertalanffy (1976).
- Aspectos prácticos del modelado
  - Actividades de modelado: Lankhorst (2005, 2017); Eriksson, Penker (2000).
- Herramientas informáticas de modelado
  - Guía de selección: Schekkerman (2011).
- Principios y guías de modelado
  - Principios: Vernadat (1996); Martin et al. (2004).
  - Guías de modelado: Becker et al. (2000).
- Marcos de referencia de modelado (MRM)
  - Características de los MRM: Martin et al. (2004).
  - Componentes de los MRM: IFIP-IFA GERAM (1999).
- Técnicas de modelado: Hommes, Reijswoud (2000).
- Lenguajes de modelado: Krogstie, Arnesen (2005); Frank (2008).
- Arquitecturas de empresa: Zachman (1987); Bernus et al. (2003); Lankhorst (2005, 2017); Ortiz et al. (1999); Chalmeta et al. (2001), Cuenca et al. (2011).

Los comentarios a estas publicaciones se pueden ver en el Anexo.

### 3 Metodología del desarrollo

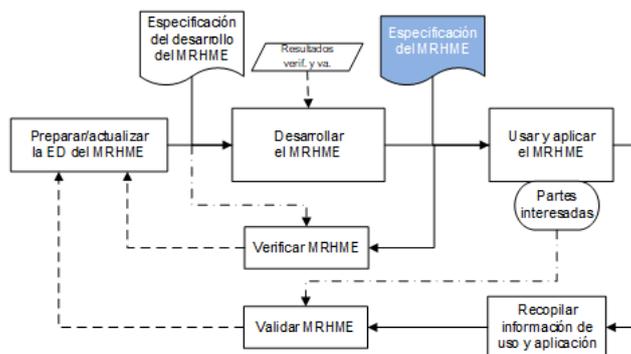
Una vez comprobada (ver apdo. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) la no existencia de un MRHME se preparó una metodología de desarrollo, tal como se describe en (Cestero, 2016).

El desarrollo (ver el proceso completo en Figura 1) partió considerando los requisitos que debería cumplir el MRHME a desarrollar contenidos en la especificación de diseño (ED) obtenida utilizando una metodología expresamente preparada para esta tarea (Cestero, Cuenca, Ortiz, 2016). En esta ED se determinaron 34 requisitos agrupados en los diez grupos siguientes: Dimensiones, Aspectos, Detalle, Punto de vista y Vistas, Documentación, Comunicación, Interesados, Cambio, Normas y Conformidad, Diversos.

La definición de cada uno de los componentes de MRHME constituyó conjuntamente la parte fundamental de su especificación, cuya obtención fue el objetivo principal del proceso de desarrollo. La especificación de MRHME iba a establecer sus características, su finalidad, lo describiría de forma general y detallada y, en definitiva, iba a proporcionar la información necesaria, que serviría de base para que se pudieran construir modelos de la empresa de acuerdo con su propósito.

El proceso de desarrollo produjo la especificación de MRHME, que debía satisfacer los requisitos contenidos en la especificación del desarrollo (ED) de MRHME. Se comprobó que esto es así realizando una verificación y comenzando su validación posteriormente con un caso de aplicación (ver apdo. 5). Este proceso no se debe considerar puramente lineal, porque a medida que se vaya avanzando en el uso de MRHME será muy probable que se tengan que añadir o modificar requisitos. Por ello, es de destacar que la especificación de MRHME es un documento que, una vez terminada su primera versión, estará a sometido a una continua revisión y actualización para adaptarlo a las necesidades de las partes interesadas, y a la información que la experiencia en su uso y aplicación produzca.

**Figura 1** Proceso de desarrollo de MRHME.



Además de otras características que debía tener el MRHME, en esta ED ya aparecen definidos algunos de sus componentes: espacio de los modelos, que es el componente donde se albergan los modelos; el metamodelo holístico, que servirá de referencia para construir los modelos; y los puntos de vista, que son los mecanismos para definir las vistas de los modelos.

La comprobación de que cumplía estos requisitos se hizo en la etapa de verificación. Una vez verificada la ED y corregidas las deficiencias se procedió a su validación preliminar mediante un caso de aplicación (ver apdo. 5). Tanto los resultados (sean favorables o no) de la verificación como de la validación se utilizarán (en la primera y sucesivas versiones) como información del desarrollo (en la figura se muestra su entrada en la parte superior de Desarrollar el MRHME).

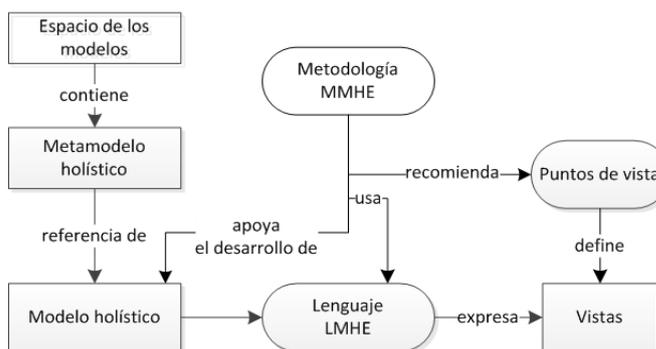
La especificación de MRHME está integrada en el documento (Cestero, 2016). Utilizar una solución formal, como es el formato de especificación, va a permitir que el MRHME sea una base sólida sobre la que construir modelos,

puesto que la información (características, requisitos, etc.) contenida va a poder estar en todo momento controlada por los mecanismos que están previstos para su gestión.

## 4 Componentes del MRHME

Además de los componentes identificados en la ED, el avance en el desarrollo llevó a decidir incluir otros componentes que reforzaran su funcionalidad. Para ello se tuvo en cuenta los componentes que se recomiendan en GERAM (IFIP-IFAC, 1999). Es el caso del lenguaje de modelado ad hoc (LMHE), para expresar las vistas de los modelos, así como una metodología de modelado holístico (MMHE) para describir cómo desarrollar un modelo. De esta forma, se podría calificar a MRHME como un marco de referencia de modelado ampliado, cuyos componentes y sus relaciones se muestran en la Figura 2

**Figura 2** Componentes de MRHME



En los siguientes apartados se describen someramente cada uno de los componentes, estando prevista la descripción pormenorizada de sus características y desarrollo en próximas publicaciones.

### 4.1 Espacio de los modelos

Para desarrollar este componente se ha definido la forma cómo han de estar ordenados y distribuidos los modelos de la empresa. Tiene varias dimensiones que son independientes entre sí (ortogonalidad). Las dimensiones determinan la “posición” en que se han de disponer los modelos en el marco de referencia. Las dimensiones tienen unos valores o coordenadas para precisar la posición del modelo. Las dimensiones propuestas son amplitud, detalle y generalidad.

#### 4.1.1 Dimensión amplitud

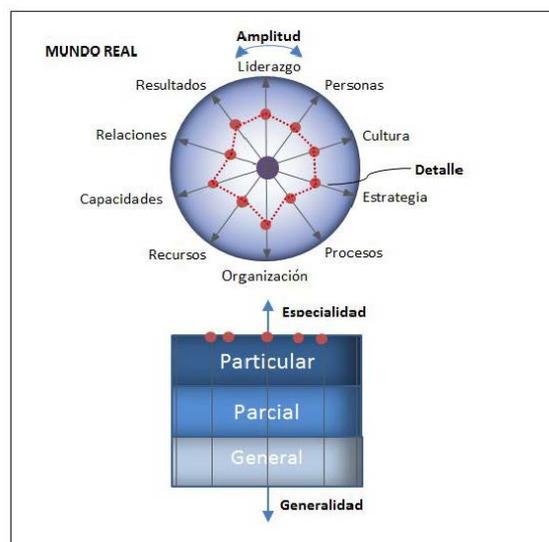
Esta dimensión refleja una forma de abstracción por la que se presta atención a unos determinados aspectos en detrimento de otros. Su escala está formada por los diversos aspectos de la empresa, sin ordenar. Para reflejar la naturaleza holística del MRHME, los aspectos inicialmente incluidos son los que se derivaron en (Cestero, 2016), que resultaban de considerar la empresa como un sistema social y técnico. Estos aspectos son: Liderazgo, Personas, Cultura, Estrategia, Procesos, Organización, Recursos, Capacidades, Relaciones y Resultados. El MRHME permitirá que se incorporen nuevos aspectos (referidos con la denominación Otros) sin más que añadir las correspondientes delimitaciones en la dimensión Amplitud.

Para un más fácil manejo, se pueden agrupar los aspectos según su naturaleza y encuadrarlos en los denominados “dominios”. Los dominios propuestos y los aspectos que los componen son: Dominio estratégico. (compuesto por Estrategia, Relaciones y Resultados); Dominio operativo u operacional (compuesto por Procesos, Organización, Recursos y Capacidades); Dominio social (compuesto por los aspectos Liderazgo, Personas, Cultura).

Para la especificación de cada aspecto se utilizan los elementos: definición (responde a ¿cuál es el aspecto a modelar?), descriptor (¿qué modelar del aspecto?), forma de modelar el aspecto (¿cómo modelar el aspecto?) y representación (¿cómo representar el modelo del aspecto?).

El descriptor es el elemento central en esta dimensión porque va a ser clave en la descripción de los diferentes aspectos. Indica cuál debe ser el contenido del modelo para un aspecto, tal como se ha definido. Puede referirse al aspecto en sí o a sus subspectos, según se haya definido. Por ejemplo, para modelar la estructura organizativa, que es un subspecto de Organización, se utilizará como descriptor la unidad organizativa (como variantes se tendrán: departamento, sección, división, etc., según el detalle elegido y las denominaciones utilizadas).

**Figura 3** Estructura del espacio de los modelos en MRHME



El detalle a utilizar va a estar muy correlacionado con la fase de evolución de la empresa que se pretenda modelar. De tal manera que, en general, a la fase de concepción le corresponderá un grado bajo-mínimo de detalle y a la fase de diseño general un grado bajo-máximo.

Para lograr una mayor precisión en la descripción del detalle se van a utilizar dos modos de forma combinada. Uno va a ser mediante un aumento de la granularidad o fragmentación, por la que un aspecto se descompone en partes de una forma recurrente (por ejemplo, un proceso en sus subprocesos, estos en sus sub-subprocesos y así sucesivamente).

## 4.1.2 Dimensión Detalle

Esta dimensión refleja la minuciosidad con la que se representan los aspectos. Su escala comienza en un escaso detalle y va aumentando gradualmente. Recorrida en este sentido es el resultado de una forma de concreción; en el sentido contrario es una forma de abstracción. Es, por lo tanto, una dimensión ordenada. Cubre la dimensión requerida de refinamiento.

Dada la vocación holística de MRHME que implica que se han de tener en cuenta todos los aspectos de la dimensión Amplitud, y, por otro lado, su orientación a una audiencia generalista, la dimensión Detalle va a extenderse a lo largo de una escala de detalle bajo en términos absolutos. Para poder graduarla, se considerará que uno de sus extremos corresponde a un valor “bajo-mínimo” y el otro a un “bajo-máximo”, con un aumento progresivo (no necesariamente lineal) a medida que se avanza sobre el eje.

Otro va a ser ampliar o enriquecer el contenido añadiendo más instancias del descriptor (por ejemplo, en Liderazgo aumentar el número de los rasgos y en Personas el de las competencias).

Para todos los aspectos se establece el nivel 0 (bajo-mínimo) en el conjunto de la empresa, es decir, sin ninguna fragmentación. Los siguientes niveles resultarán de la aplicación de un “criterio de fragmentación”, hasta llegar al extremo del alcance de MRHME en el nivel 2 (bajo-máximo). El nivel 1 será el valor intermedio.

El detalle en contenido de un aspecto va a venir dado por las instancias del descriptor que se incluyan en la descripción del aspecto, siendo su grado mayor cuanto mayor sea su número. Para definirlo habrá que determinar previamente cuáles son las instancias que se podrán incluir (considerando que se requiere un detalle bajo). Su número exacto lo determinará el modelador en cada caso teniendo en cuenta lo especificado para cada aspecto en relación con su expresión y el punto de vista utilizado. Por ejemplo, en Liderazgo se incluirán todos los rasgos que se haya decidido incluir para determinar el “perfil de liderazgo”.

#### 4.1.3 Dimensión Generalidad-Especialidad.

Indica el mayor o menor alcance o ámbito del modelo, entendido como una forma de precisar el objeto modelado. Su escala va de particular a general o viceversa (en este caso se podía denominar Especialidad). Cubre la dimensión requerida de generalidad, a la que se han asignado tres niveles: General, Parcial y Particular.

En el nivel General están los elementos constructivos o descriptivos genéricos (denominados descriptores en MRHME) que se han de utilizar para modelar una empresa. Cuando los aspectos enunciados en la dimensión Amplitud se modelen en este nivel aparecerán con los descriptores (su concepto) sin especializar. Por ejemplo, si se trata del aspecto Liderazgo, aparecerá su descriptor “rasgo”; si se trata de Recursos, su descriptor “clase de recursos”. Un modelo en este nivel es un modelo de referencia o patrón para la construcción de modelos parciales y particulares cuando se especialice o particularice, respectivamente. Se puede considerar que es un modelo de modelos, es decir, un “metamodelo”. Por consiguiente, en este nivel General se puede decir que se ubican los metamodelos de MRHME.

En el nivel Parcial se ubican modelos de empresas que tienen características comunes de un conjunto de empresas agrupadas según un determinado criterio. Un ejemplo de criterio sería incluir las empresas que pertenecen a un mismo sector económico; por ejemplo, construcción de viviendas, fabricación de automóviles. En este nivel los aspectos ya aparecen con los descriptores y sus instancias (el número dependerá del detalle elegido) valoradas o no, según convenga. Los modelos de este nivel se construyen mediante la especialización de los descriptores. Por ejemplo, en el aspecto Liderazgo y su descriptor “rasgo” el nivel parcial se obtendrá incluyendo los diversos rasgos (instancias) que se utilizarían en la descripción de Liderazgo para un tipo de empresas (de un sector económico, por ejemplo). Servirán de referencia para construir los modelos particulares. Inversamente, podrá derivarse un modelo parcial a partir de varios modelos particulares, mediante generalización.

#### 4.1.4 Diagrama del espacio de los modelos

En la Figura 3 se representa gráficamente la estructura del espacio de los modelos del marco de referencia como un conjunto de ejes independientes, cada uno de los cuales representa una de las dimensiones. La dimensión Amplitud se representa en una suerte de eje circular; la dimensión Detalle se representa con un radio del círculo; la dimensión Generalidad se representa por unos discos. Cualquier modelo resultará de la combinación de determinados valores de los ejes. Hay que resaltar que estos ejes son conceptuales, no geométricos, y el espacio que definen es conceptual, aunque se represente gráficamente.

En las proximidades del centro del círculo existe toda la amplitud y un detalle mínimo. En esta zona se va a considerar que radica el modelo del concepto de la empresa, que resume y concentra lo que es su esencia. El centro exacto (amplitud y detalle nulos) se va a considerar que es un punto singular en el que la empresa no tiene existencia. En el exterior del círculo se puede considerar que está el mundo real, y en el contexto aquí tratado la empresa (si ya existe) que está siendo modelada.

Para poder visualizar las características de un modelo conviene representar su ubicación sobre el espacio de los modelos de MRHME. Para ello habrá que posicionar los valores del modelo de las dimensiones Amplitud, Detalle y Generalidad-Especialidad en los respectivos ejes de MRHME. La forma de hacerlo va a ser marcando sobre los ejes los respectivos valores de las coordenadas de un modelo. En la Figura 3 se ha representado un ejemplo de un modelo que incluye todos los aspectos con un detalle intermedio, y en el nivel particular. Para señalar cada aspecto y su detalle se ha utilizado un disco rojizo, que se ha unido con los demás mediante una línea de puntos para indicar que pertenecen a un mismo modelo.

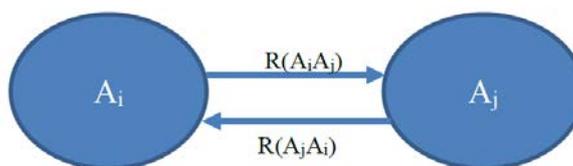
#### 4.1.5 Relaciones

Las relaciones son los elementos que unen entre sí los diversos aspectos de los modelos del marco de referencia. Esta unión, aunque puede ser física como en el caso de los recursos, habitualmente será de carácter únicamente conceptual y, por lo tanto, intangible.

El modelado de las relaciones entre los aspectos (o interrelaciones) trata de reflejar la estructura de la empresa como un sistema técnico-social, que es una manifestación del principio de estructura de la teoría de sistemas.

Aunque las relaciones entre los aspectos son complejas, el MRHME se va a centrar en las relaciones de influencia de cada uno de los aspectos sobre los demás para lograr un beneficio o perjuicio en ellos. Por influencia se va a entender el efecto que produce un aspecto en cada uno de los demás, bien sea por la acción directa que realiza o por su mera existencia (caso de, por ejemplo, Cultura).

**Figura 4** Representación gráfica de las relaciones (condensadas) entre dos aspectos



Con lo anterior, dados dos aspectos  $A_i$  y  $A_j$ , sus relaciones (condensadas) se pueden expresar como  $R(A_iA_j)$  y  $R(A_jA_i)$  que representan la relación directa entre  $A_i$  y  $A_j$  y entre  $A_j$  y  $A_i$ , respectivamente. De forma gráfica, lo anterior se representa en la Figura 4.

Para un más fácil manejo, estas diversas relaciones de influencia se van a considerar sintetizadas en una única relación denominada “condensada”. Esta relación va a representar la influencia de un aspecto sobre otro, basándose principalmente en la teoría subyacente disponible en la literatura sobre management para cada uno de los aspectos.

Una relación de influencia se va a definir con los elementos: naturaleza, sentido, intensidad y calificador, considerándose a estos tres últimos como las propiedades de una relación.

**Figura 5** Escala semántica del grado de influencia activa (GIA) de las relaciones



**Tabla 1** Calificadores según el GIA y la intensidad

GIA/Intensidad	Alta (+)	Media (=)	Baja (-)
Grado primero (1)	OBL*	OBL*	OBL*
Grado segundo (2)	OBL*	OBL	OBL
Grado tercero (3)	OBL	OBL	REC
Grado cuarto (4)	REC	REC	REC
Grado quinto (5)	REC	REC	OPC
Grado sexto (6)	OPC	OPC	OPC
Grado séptimo (7)	OPC	OPC	OPC

La naturaleza muestra la cualidad de la relación de influencia. Los términos, sus abreviaturas y sus definiciones son: Condiciona (Cd), influye en el comportamiento o en el desarrollo del aspecto haciéndolo depender, supeditándolo; Conformata (Cf), influye dando forma al contenido del aspecto; Contribuye (Ct), influye en el aspecto porque ayuda a construirlo, a desarrollarlo o a explotarlo; Genera (Gn), influye en el aspecto haciendo que se origine o se desarrolle; Obtiene (Ob), influye en el aspecto consiguiendo su logro de manera principal; Utiliza (Ut), hace uso, requiere del aspecto de destino para actuar o implementarse; Valida (Vd), influye en el aspecto al establecer su validez. Del significado de las palabras utilizadas se puede establecer, aunque solamente en este contexto de MRHME, una prelación en el grado de influencia activa (refleja la importancia de una relación respecto a las demás) que se le asigna a cada una de ellas. De esta manera, al representar gráficamente los términos en una escala semántica, resulta la Figura 5.

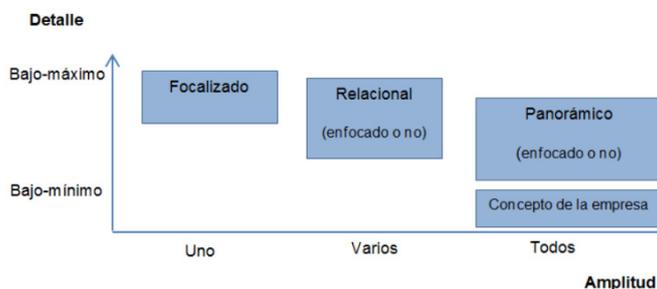
El sentido indica la orientación de la afectación del aspecto de origen sobre el de destino. Puede proporcionar un beneficio al aspecto afectado o un perjuicio dependiendo de si es adecuado o no. Se va a tomar como criterio incluir solo el positivo. De esta forma no será necesario indicarlo expresamente. Por ejemplo, si se indica “Liderazgo contribuye (a) Resultados” se ha de entender que si Liderazgo es adecuado producirá un efecto beneficioso (o al menos neutro) en Resultados, y si no lo es le producirá un perjuicio.

La intensidad refleja la fuerza con la que un aspecto afecta a otro. Se establecen tres valores ordinales de la intensidad (de menor a mayor): Baja, Media, Alta. Para asignar un valor a la intensidad, el modelador deberá emitir un juicio basándose en el impacto que considera que el aspecto tiene en otro. Si el modelador es un grupo de directivos debería buscarse un consenso en la valoración, puesto que sería preferible el acuerdo a la precisión. Porque de esta forma, si los miembros

del grupo actúan con coherencia, se puede asegurar que sus acciones y decisiones se ajustarán a esta valoración. Por otro lado, no se ha de olvidar que el modelado no se debe considerar como un fin en sí mismo en el que la actividad prime sobre la finalidad.

El calificador expresa la obligatoriedad de la aparición de la relación en la vista de un modelo. Actúa a modo de restricción porque fuerza o limita la inclusión de la relación. Va a depender en el nivel general de la naturaleza de la relación que, como se ha definido en la Figura 5, indica el grado de influencia activa de un aspecto en otro. En el nivel particular (una empresa concreta) también va a depender de la intensidad de la relación. Por lo tanto, va a ser un indicador de la importancia de la relación. Dado que la intensidad solo es aplicable a una empresa concreta, el calificador solo tendrá aplicación en estos casos de modelado. El rango de los calificadores va a variar desde el que corresponde a la máxima obligatoriedad hasta el que representa la mínima. Para ello se han definido cuatro calificadores: OBL\* (Obligatoria-principal), OBL (Obligatoria), REC (Recomendada), OPC (Opcional). Al combinar los grados de influencia activa (GIA) dados por la naturaleza asignada a la relación con los niveles de intensidad de la relación (para una empresa concreta), resulta la Tabla 1. Aunque la preponderancia en la obligatoriedad la tiene la naturaleza de la relación, como se puede observar en la tabla 1, la intensidad va a “matizar” la obligatoriedad que implica el grado de intensidad activa (GIA),

**Figura 6** Mapa inicial de tipos de puntos de vista



Los modelos (al igual que los metamodelos), como concepciones que son, pertenecen al plano mental, que es donde se forman las ideas y los conceptos. Esto es así tanto si son el resultado de una observación del mundo real (modelado figurativo), como si son el producto de la imaginación del modelador (modelado creativo). Los modelos de MRHME van a estar definidos por las coordenadas de las dimensiones Amplitud, Detalle y Generalidad-Especialidad (ver 3.1).

Como características básicas, que deberán explicitarse en un modelo, se definen inicialmente las siguientes: Objeto, aquello (la empresa) que va a ser materia de modelado; Alcance, las áreas, procesos, bienes y servicios de la empresa que se van a incluir en el modelo; Punto de vistas/Vistas, aquellos que se han de utilizar para obtener las vistas; Representación, manera en que se han de presentar las vistas (con referencia a las plantillas informáticas, si las hubiere); Documento del modelo, estructura y contenido que ha de tener (según plantilla).

ajustándolo al caso concreto de la empresa modelada. Por otro lado, el uso del calificador va a permitir simplificar las vistas del modelo al poder prescindir, de una forma razonada, de las relaciones que se puedan evitar mostrar por estar calificadas como recomendadas u opcionales. Sin embargo, se ha de recordar que en el modelo (mental) por ser holístico las relaciones permanecen, pudiéndose recuperar en cualquier momento si el modelador lo considerara necesario.

## 4.2 Metamodelos y modelos

Se ha definido un metamodelo (modelo de modelos) para que a partir de él se puedan definir otros modelos, asegurando que existe coherencia entre ellos al tener un patrón común. Aunque pueden definirse multitud de metamodelos dependiendo de las coordenadas elegidas, se ha definido uno apropiado (por su amplitud, detalle y generalidad) que se ha denominado holístico.

Por el enfoque holístico buscado, el metamodelo definido es el del conjunto de los aspectos y sus relaciones que definen la empresa desde una perspectiva de gestión (management). Por esto, tendrá un papel integrador de los metamodelos de cada uno de los aspectos y se podría considerar un “meta-metamodelo”.

## 4.3 Puntos de vista y vistas

En la percepción de la empresa real se va requerir un punto de vista que determine aquellos aspectos y su detalle que son de interés para el modelador, de acuerdo con lo requerido por el destinatario. Posteriormente, se utilizará ese punto de vista para la presentación de la vista, que en este caso será una vista particular. En virtud del destinatario al que vaya dirigida, se preparará una presentación adecuada a él.

Como en modelado una vista (ver (Lankhorst, 2005)) es la expresión del modelo desde un determinado punto de vista, hace falta para poderla obtener que se especifique previamente el mencionado punto de vista. Esto va a permitir resaltar los aspectos que sean de interés y su detalle desde el punto de vista elegido.

Se han especificado algunos puntos de vista utilizando un esquema común que incluye los elementos: tipo, propósito, destinatarios, preguntas a responder, aplicaciones, aspectos, detalle, relaciones, meta(modelo), vista, técnicas de modelado, representación, ejemplos, notas y referencias. Dadas las múltiples opciones posibles, solo se han propuesto aquellos que resultan relevantes dada la vocación holística del MRHME.

Combinando el número de aspectos incluidos con el detalle a utilizar, se han definido unos tipos de puntos de vista que se han considerado que pudieran ser de interés en el modelado: concepto de la empresa, todos los aspectos con un detalle mínimo; panorámico, todos los aspectos con un detalle intermedio; relacional, algunos aspectos con un detalle máximo; focalizado, un aspecto con detalle máximo (ver Figura 6).

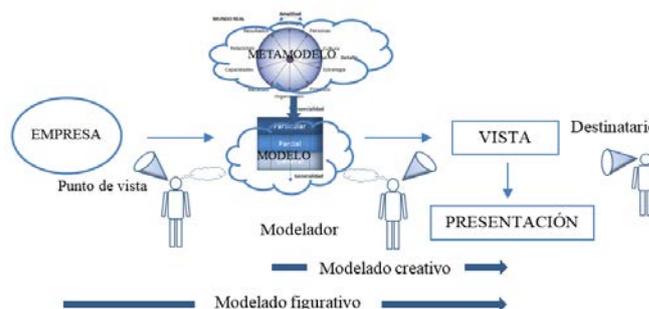
Aunque cada situación de modelado requerirá un punto de vista determinado, se han propuesto algunos que se podrían utilizar en diversas situaciones por su carácter genérico. En-

tre estos se ha incluido el punto de vista holístico, que va a servir como referencia. Otros que se han propuesto son: global, concepto de la empresa, simples y temáticos. Una vez especificados, para cada punto de vista se ha indicado cómo se habrá de desarrollar en la práctica su vista correspondiente.

Lo dicho aquí en relación con los puntos de vista y las vistas es aplicable en cualquier nivel de generalidad-especialidad (General, Parcial y Particular). De esta forma, se podrá hablar de vista general, vista parcial o vista particular.

Todos estos elementos se muestran relacionados en la Figura 7, donde también se trata de mostrar que el MRHME (espacio de los modelos) respalda la generación de los meta-modelos y de los modelos.

**Figura 7** Elementos del modelado en MRHME



Cuando se tenga interés en un tema empresarial concreto que abarque varios aspectos, se propone utilizar uno de los aquí denominados puntos de vista temáticos. Los inicialmente previstos son:

**Punto de vista estratégico.** Para proporcionar una visión de los aspectos que afectan a la estrategia y su impacto sobre ellos cuando se implemente.

**Punto de vista modelo de negocio.** Para mostrar cómo la empresa crea, entrega y captura valor económico, y así poder analizar la consistencia del modelo de negocio (si ya se está utilizando) o comprobar su viabilidad (en caso de ser nuevo).

**Punto de vista de procesos.** Para dar una visión de los procesos y los aspectos que más les influyen o en los que influyen, y así poder analizar el impacto de los cambios de unos y de otros.

**Punto de vista organizativo.** Para mostrar las principales influencias de Organización en el resto de los aspectos y viceversa, y así poder analizar el impacto de los cambios de uno y de otros.

**Punto de vista social.** Para mostrar cómo se relacionan los aspectos sociales de la empresa, y poder analizar el impacto de los cambios de cualquiera de ellos en los demás.

**Punto de vista competitivo.** Para mostrar cómo los aspectos configuran su capacidad competitiva, y así poder analizar su impacto si estos cambiaran.

**Punto de vista tecnológico.** Para mostrar cómo los recursos tecnológicos influyen en la empresa, y así poder analizar su impacto ante los cambios internos (por ejemplo, renovación de equipos) o externos (por ejemplo, aparición de una tecnología sustitutiva).

**Punto de vista relaciones exteriores.** Para mostrar cómo las relaciones de los agentes exteriores afectan o se ven afectadas por los otros aspectos, y así poder analizar su impacto ante los cambios tanto internos como externos.

**Punto de vista arquitectura de la empresa.** Para mostrar las relaciones de los componentes de la arquitectura (del sistema de información) de la empresa (AdE) entre sí y con otros aspectos. De esta forma se podrían construir modelos que sirvieran de puente con los modelos específicos de AdE, con

lo que posiblemente se facilitara su desarrollo al tener una conexión más estrecha con la gestión de la empresa.

#### 4.4 Presentaciones

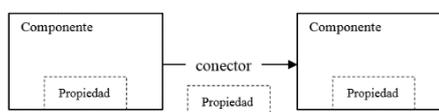
Las vistas en que se adapte su visualización (personalizada) a los destinatarios se denominarán presentaciones, y la correspondiente actividad de adaptación se denominará representación (ver tercio inferior de la Figura 7). Aunque se podrían hacer presentaciones de todas las vistas, probablemente serán las de las particulares las que se tendrán que preparar con mayor frecuencia debido a que son las que posiblemente tengan más interés para la mayoría de los destinatarios.

La vista que incluye cada punto de vista se puede presentar o representar de diferentes modos, con el fin de que pueda ser mejor entendida por sus destinatarios. Esta representación o visualización personalizada también dependerá del conocimiento que incorpora el modelo y que se quiere expresar, así como de la finalidad de su construcción.

Se propondrá utilizar algunas de las posibilidades de presentación existentes (por ejemplo, icónica, análoga o simbólica), seleccionando la que se considere más apropiada en cada caso. Para su uso se tendrán que definir reglas de traducción que establezcan la correspondencia entre las formas utilizadas en el lenguaje de modelado y los elementos de visualización.

Se considera que una clave en la difusión de MRHME será que disponga de modos de presentación visualmente atractivos para poder llegar a sus destinatarios principales (directivos de empresa), por lo que será una línea prioritaria de desarrollo futuro.

**Figura 8** Elementos constructivos en el lenguaje LMHE



#### 4.6 Metodología de MRHME

La metodología propuesta para MRHME (componente denominado MMHE) incluye tres fases principales: planificación, construcción y validación. En la fase de planificación se han de realizar todas las actividades conducentes a

#### 4.5 Lenguaje de modelado

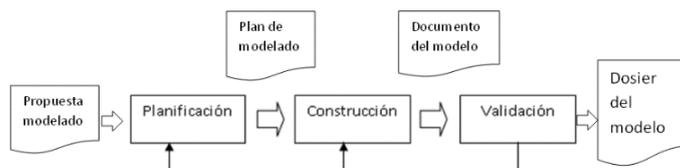
Para poder expresar los modelos de MRHME se ha desarrollado un lenguaje de modelado específico, ya que no se ha encontrado en la literatura de modelado uno que se ajustara a las necesidades del marco de referencia a desarrollar. Este lenguaje se podría encuadrar en la categoría semiformal, puesto que se ha buscado un compromiso entre el rigor y precisión de los lenguajes formales y el mayor poder de expresividad de los informales.

El lenguaje se ha denominado Lenguaje de Modelado Holístico de la Empresa (LMHE), y en su desarrollo se ha utilizado como base los lenguajes de descripción de arquitectura de sistemas (que se identifican con las siglas ADL en la literatura especializada (Garlan, Monroe y Wile, 1997, p. 7)). Estos lenguajes se han considerado adecuados por la capacidad modeladora que poseen, debido a la posibilidad de contener información adicional de las propiedades de los elementos. Esto los hace particularmente útiles a la hora de modelar las relaciones, que es esencial en el modelado de las que existen entre los aspectos de una empresa.

Como elementos constructivos básicos se han adoptado los que se utilizan habitualmente en estos lenguajes. La aplicación de estos elementos constructivos básicos en el lenguaje LMHE es la siguiente: Componente, va a representar cualquier aspecto; Conector, se va a utilizar para modelar las relaciones entre los aspectos; Propiedad, va a permitir incluir información adicional sobre los aspectos y las relaciones entre ellos. Estos elementos se representan en la Figura 8

determinar los aspectos principales que serán necesarios en la posterior construcción del modelo. En la fase de construcción se han de llevar a cabo las actividades típicas del modelado: recopilar la información, crear el modelo, estructurarlo, representarlo y verificarlo. La validación será la actividad que determinará si el modelo se ajusta al propósito buscado.

**Figura 9** Fases y entregables del modelado con MRHME



Los entregables serán el “Plan de modelado” y el “Documento del modelo”, tal como se muestra en la Figura 9. La actividad final será la elaboración del dossier del modelo, que será el entregable principal.

En la propuesta de modelado se establecerán las características del modelado a realizar, deberá describir someramente las fases de modelado previstas y las actividades a realizar, así como aspectos organizativos del proyecto. Por su contenido, servirá como base para la validación del modelo.

## 5 Caso de aplicación. CIDU

Como caso de aplicación se presenta el del Centro de Investigación y Desarrollo Universitario (en adelante, CIDU), una empresa ficticia pero basada en una real. En el desarrollo de MRHME se ha utilizado como prueba de validación inicial. Aquí se podría considerar un caso ilustrativo con la finalidad de presentar una aplicación práctica del marco de referencia propuesto. Concretamente, para mostrar la aplicación genérica de obtener “conocimiento de la empresa”, al aportar un modelo y sus vistas “global” y “concepto de la empresa” que habrá de ser la base para cualquier otra aplicación. Los requisitos procedentes de la Propuesta de modelado se subsumieron en el Plan de modelado.

Siguiendo las fases establecidas en la metodología MMHE, se fueron realizando las actividades previstas, de las que se incluye a continuación una breve descripción.

### 5.1 Fase de planificación del modelado

Esta fase, como actividad de planificación que es, tiene por finalidad definir el objetivo (propósito) del modelado y la estrategia (método de modelado) para alcanzarlo, partiendo de la Propuesta de modelado. También se definieron las actividades preparatorias a realizar, así como las necesarias para su construcción y validación. Igualmente, se definieron los recursos (personales y materiales) necesarios, los plazos (calendario) y las responsabilidades (equipo de modelado). Para ello, en esta fase se realizaron las siguientes actividades que se indican. El resultado se recogió en el Plan de modelado.

Las actividades realizadas fueron:

- Establecer el propósito (obtener una visión general de CIDU), el receptor (equipo directivo de CIDU) y el objeto del modelado (el conjunto de CIDU, todas sus áreas, procesos y servicios).
- Preparar la Especificación de requisitos del modelo. Consistió en una recopilación de los requisitos principales que, tanto en la Propuesta de modelado como en el Plan de modelado, se había previsto que el modelo tenía que cumplir. Posteriormente también se utilizó para su verificación.
- Constituir el equipo de modelado. Integrado por autor, revisor, experto y gestor del modelo.
- Seleccionar los puntos de vista. Como el propósito del modelado era obtener una visión general de CIDU, se consideraron inicialmente adecuados dos de los puntos de vista predefinidos en el MRHME: “Concepto de la empresa” y “Global”. Estos puntos de vista darían lugar a las respectivas vistas del mismo nombre, que eran las más indicadas en esta aplicación por ser las fundamentales para el conocimiento de la empresa.
- Determinar la información necesaria y su disponibilidad. Considerando las vistas que se tenían previsto obtener, se determinó la información que de forma general se iba a necesitar de cada aspecto. Esta información había de permitir principalmente la preparación de los respectivos descriptores con el detalle requerido por el correspondiente punto de vista.
- Analizar la utilidad de la documentación existente. Los documentos recopilados se calificaron como de “referencia” o “auxiliares”, según su utilidad.
- Planificar la recopilación de la información. Una vez determinada la información necesaria y la que era previsible obtener de los documentos existentes, se concluyó que iba a ser necesario conseguir información complementaria y adicional. Para obtener esta información los métodos previstos fueron: revisión de documentos, encuesta y entrevista.

- Planificar la creación del modelo. Se confirmó la estrategia de modelado: particularización de la vista general; se planificaron las sesiones de modelado y los recursos necesarios; se seleccionaron las herramientas informáticas; se planificó cómo iba a ser la estructura y contenido del Documento del modelo.
  - Planificar la verificación del modelo. Se definieron las etapas donde se comprobaría si el modelo era correcto porque se había creado tal como se había previsto en la Especificación de requisitos del modelo. Se definieron los métodos de verificación a utilizar en cada una de las etapas, incluyendo las comprobaciones o pruebas a hacer y los criterios de aceptación. Todo ello constituyó el Plan de verificación del modelo.
  - Planificar la validación del modelo. La validación consistiría fundamentalmente en determinar si el modelo cumplía con el propósito que se estableció para desarrollarlo. Esto equivaldría a decir que se comprobaba si el modelo satisfacía las necesidades de sus destinatarios. Se definieron los métodos de validación a utilizar en cada una de las etapas (preliminar y en uso). Estos métodos incluían las comprobaciones o pruebas a hacer, los criterios de aceptación y la forma de registrar los resultados. Con todo esto, el Plan de validación quedó definido.
- Cultura. Para averiguar la opinión del personal de CIDU en relación con la intensidad de los atributos que caracterizaban la cultura de CIDU se preparó un cuestionario que incluía doce preguntas.
  - Estrategia. Se revisaron los documentos de referencia y se identificaron los atributos que describían la proposición de valor que actualmente hacía CIDU a sus clientes (entidades y empresas). También se preparó el diagrama de árbol de objetivos
  - Procesos. Con la información relativa a este aspecto, se preparó el mapa de procesos adaptando un mapa de procesos de referencia.
  - Organización. Partiendo de la representación organizativa existente, se preparó un organigrama en formato de diagrama anidado.
  - Recursos. Partiendo de la información extraída sobre los recursos existentes en CIDU, se preparó un diagrama anidado que describía los recursos humanos, tangibles e intangibles
  - Capacidades. De la información contenida en los documentos relevantes se identificaron los atributos que describían el perfil de capacidades que actualmente disponía CIDU.
  - Relaciones. Utilizando la información contenida en los documentos relevantes, se identificaron varios agentes exteriores con los que CIDU tenía algún tipo de relación (comercial, apoyo I+D, cooperación, etc.), y se preparó el mapa de relaciones.
  - Resultados. Se identificaron resultados que se consideraron de importancia estratégica y se relacionaron entre sí. Para ello se utilizó la información contenida en los documentos relevantes. Se preparó un diagrama de tipo árbol, que mostraba cómo cada resultado influía en el logro de otros.

## 5.2 Construcción del modelo

Utilizando los resultados de la fase de planificación recogidos en el Plan de modelado, en esta fase se realizaron las actividades previstas, que se describirán a continuación.

Se utilizó MS Visio para el dibujo de diagramas y MS Excel para la elaboración de gráficos con las plantillas correspondientes a las vistas y también sirvió de soporte del Cuaderno de modelado. Para la elaboración de los cuestionarios de las encuestas se utilizó la aplicación de formularios de Google Drive.

### 5.2.1 Recopilación de la información

Para cada uno de los aspectos se recopiló la información necesaria según el método previsto en cada caso.

- Liderazgo. Mediante una encuesta al personal de CIDU se determinó su opinión en relación con los rasgos que caracterizaban al liderazgo.
- Personas. Se preparó un cuestionario para averiguar la opinión del personal de CIDU en relación con la intensidad de los atributos que caracterizaban sus propias competencias.

### 5.2.2 Creación del modelo

Con la información recopilada, para crear el modelo y visualizarlo mediante sus vistas, se llevaron a cabo las actividades de modelado previstas en la metodología. Como referencia, se utilizó lo establecido en los puntos de vista seleccionados. Para el desarrollo de una vista se utilizó el esquema en el que, partiendo de la vista holística, y por derivación, se obtiene la vista general.

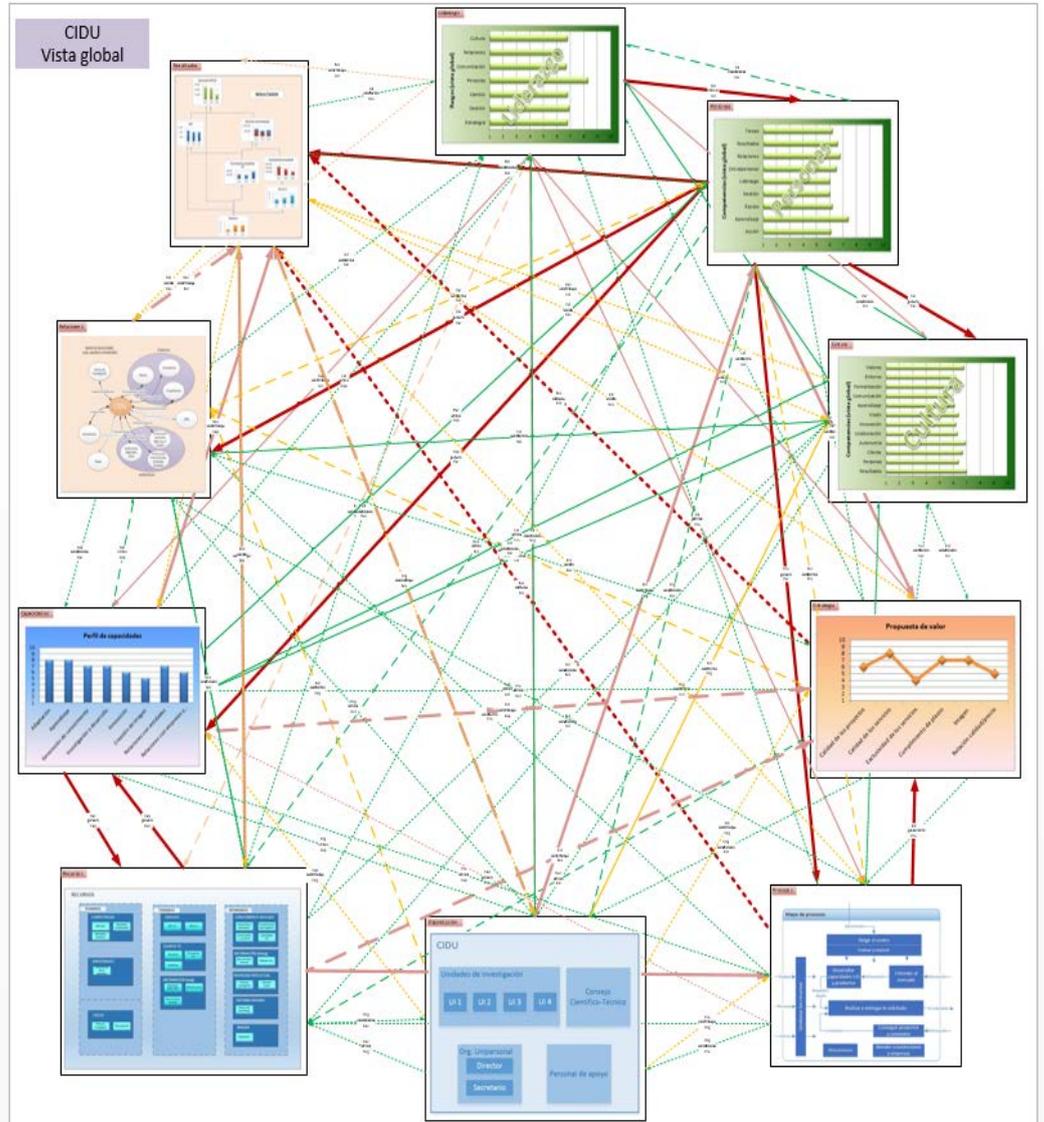
Como MRHME dispone de una vista global y del concepto de la empresa en el nivel general, se utilizó la primera como plantilla para obtener la del nivel particular de CIDU,

teniendo en cuenta las opciones que permitían el punto de vista respectivo. Puesto que se trataba de una empresa ex-

istente, se comenzó por desarrollar la vista global y, a partir de esta, la vista concepto de la empresa.

**Desarrollo de la vista global**

**Figura 10** Diagrama de la vista global de CIDU



Con la especificación del punto de vista global presente, se determinó que el detalle en Organización y Recursos debería llevarse al Nivel 2 para una mejor visibilidad de estos aspectos. Como en MRHME ya se dispone de la vista global en su nivel general, solo hubo que particularizar los descriptores, utilizándola como plantilla. Para los descriptores tipo propiedad, que utilizan gráficos en su representación, se incluyeron en cada aspecto las instancias de los descriptores (rasgos, atributos, etc.) con sus valores respectivos. Para los descriptores de tipo parte, que utilizan algún tipo de diagrama, requirieron alguna adaptación. Fue el caso de Procesos, en el que hubo que modificar la denominación de algunos procesos para adaptarla al contexto de un centro de investigación universitario. En Organización hubo que incluir en el diagrama las unidades organizativas de CIDU con su respectivo anidamiento. En Recursos, las diversas clases se nombraron según la información recopilada. En Relaciones hubo

que adaptar el diagrama incluyendo los agentes exteriores y las conexiones identificadas para CIDU. Para Resultados hubo que elaborar el diagrama completamente, aunque partiendo de la plantilla de gráfico de resultados disponible. La particularización se pudo hacer con cierta rapidez porque la información recopilada sobre los aspectos se elaboró teniendo presente la representación requerida en su especificación. La particularización de las relaciones consistió en determinar el grado de la intensidad de cada relación en cada aspecto, comprobando previamente que la naturaleza y GIA (Grado de Influencia Activa) concordaba con la asignada de forma general en MRHME. Según el GIA y la intensidad se asignó el calificador con su color correspondiente. Esto lo llevaron a cabo conjuntamente los miembros de los tres dominios en las sesiones de consolidación del modelo. Con los aspectos representados y las relaciones determinadas, junto con su código de representación se preparó la vista global que se muestra en la Figura 10.

## Desarrollo de la vista concepto de la empresa

Como la empresa existía y se disponía de la vista global se pudo utilizar para derivar la vista concepto de la empresa. Aunque para ello previamente se preparó una tabla auxiliar en la que se recogía el detalle del concepto de la empresa aplicado a CIDU, utilizando como referencia la especificación del punto de vista concepto de la empresa y su correspondiente detalle.

Se utilizó el Nivel 1 de granularidad, que es opcional en este punto de vista, porque en este caso se consideró conveniente que en el grado de contenido A (20 % de las instancias) hubiese alguna instancia, lo que con el Nivel 0 no hubiera ocurrido.

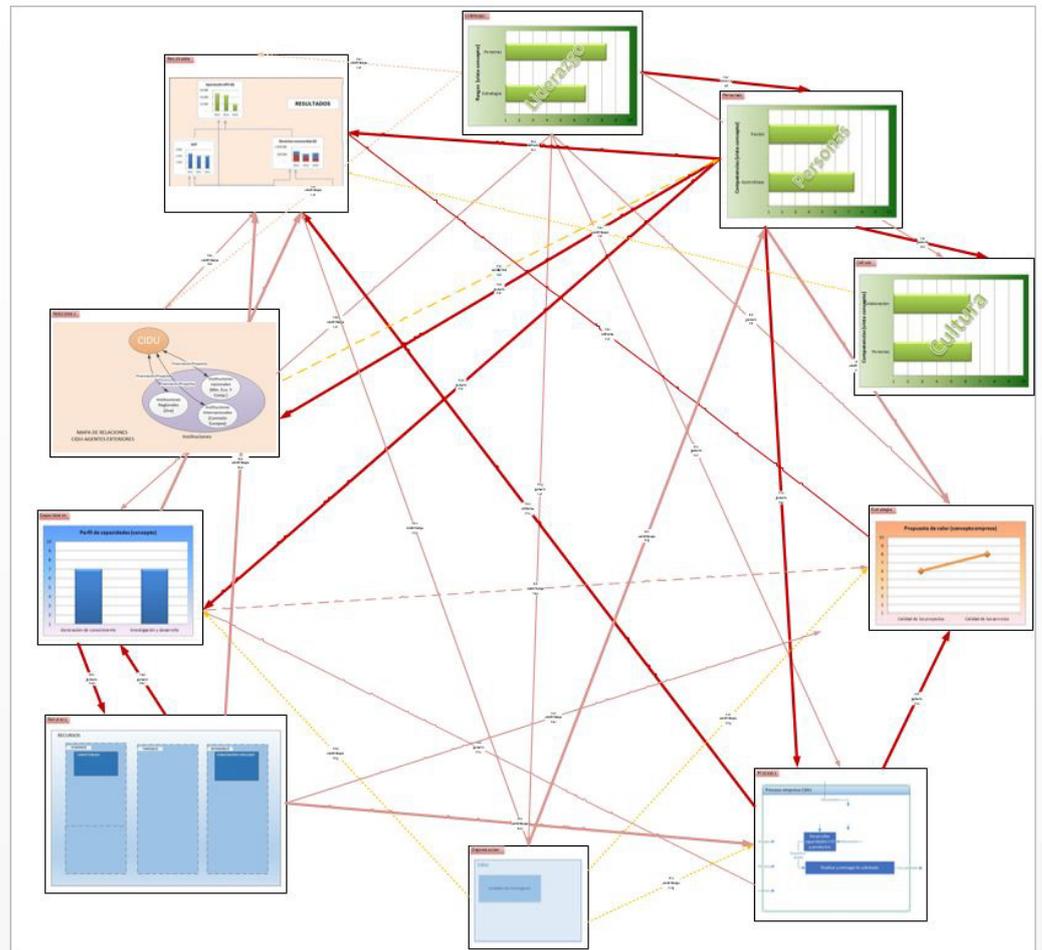
La selección de las instancias de los descriptores la hizo el grupo del dominio correspondiente en las sesiones de mod-

elado. Para ello utilizó el criterio de importancia por el que se valoró el impacto, la contribución, la influencia de cada instancia del descriptor en los resultados de la empresa, y se seleccionaron el 20 % del total, redondeado al mayor entero posterior.

Puesto que ya se había realizado en el desarrollo de la vista global, para la particularización de las relaciones, no hizo falta más que mantener aquellas con GIA igual o inferior a 3 con la intensidad ya determinada.

Teniendo en cuenta todo lo dicho más arriba, y utilizando como plantilla la vista global de MRHME, se preparó la vista del concepto de la empresa de CIDU que se muestra en la Figura 11.

**Figura 11** . Diagrama de la vista concepto de la empresa de CIDU



Dada la cualificación de los destinatarios del modelo no fue necesaria una representación especial de las vistas.

### 5.2.3 Documentación del modelo

Tal como se planificó, todos los documentos que se generaron en la construcción del modelo y que se consideraron relevantes se compilaron o referenciaron en un documento único denominado "Documento del modelo". Los archivos informáticos igualmente se incluyeron como parte de ese documento. El conjunto de todos los documentos que contenían constituyeron el Dossier del modelo, que se ha de mantener disponible y actualizado.

### 5.2.4 Verificación del modelo

Según el Plan de verificación previsto, se verificaron las características (requisitos) del modelo generadas en las diversas etapas de modelado. Los métodos utilizados fueron contrastación (comprobar la exactitud del modelo frente a la Especificación de requisitos del modelo) y revisión (examinar detenidamente el documento para determinar si cumple con los requisitos). Un resultado se calificó como "Conforme" cuando de la verificación se concluyó que cumplía con el criterio de aceptación.

## 5.3 Validación del modelo

La validación consistió fundamentalmente en determinar si el modelo cumplía con el propósito que se estableció para desarrollarlo. Se utilizó el plan de validación previsto. Se comenzó por la validación preliminar relativa a sus vistas básicas.

Para la etapa preliminar de la validación se utilizó un cuestionario online con preguntas que solicitaban la opinión de los potenciales usuarios del modelo sobre las representaciones de los aspectos. Debían indicar en qué medida cada uno de los aspectos reflejaba la realidad de CIDU. Concretamente, la pregunta se formuló en los términos siguientes: "Según su opinión, el aspecto XXXXX representa la realidad de CIDU en un grado" ... (Escala: 1 mínimo-10 máximo). Como apoyo, se facilitó a los miembros el acceso a un documento con la información recopilada (diagramas, gráficos y mapas) sobre cada uno de los aspectos.

Los resultados y comentarios sobre el modelo se analizaron para determinar en qué medida afectaban a la validez del modelo. Se distinguió entre lo que afectaba al contenido y a la forma. Los altos valores del grado obtenido (superior a 7 en todos los casos) y la ausencia de comentarios desfavorables llevaron al equipo de modelado a mantener los aspectos como estaban inicialmente.

Posteriormente, se presentó a validación la vista global. Para ello se preparó un cuestionario en dos partes en el que se incluyeron preguntas (Escala: 1 mínimo-10 máximo, con la posibilidad de hacer comentarios) relativas a: grado en que la vista global proporciona una visión de conjunto de CIDU, grado en que el modelo holístico de CIDU podría servir de apoyo para una serie de aplicaciones (formulación e implementación de la estrategia, desarrollo del modelo de negocio, rediseño/reingeniería de procesos, etc.). Dada la complejidad del diagrama de la vista global, para servir de apoyo se preparó y se puso a disposición del equipo un documento aclaratorio que facilitara su comprensión. Este documento incluía la tabla de relaciones interspectos con sus elementos (naturaleza, grado de influencia activa, intensidad y calificador) convenientemente descritos para permitir su interpretación.

Los resultados mostraron que el modelo era válido para cumplir con su propósito de proporcionar una satisfactoria visión de conjunto de CIDU, así como considerarse de utilidad para las aplicaciones propuestas.

Una vez superada satisfactoriamente la validación preliminar, la validación "en uso" tendrá lugar en las sucesivas aplicaciones que se hagan del modelo, que podrán ser las del plan de validación u otras diferentes.

## 5.4 Conclusiones del caso CIDU

En relación con la validación del MRHME que aquí nos ocupa, del caso CIDU desarrollado se pueden extraer las siguientes conclusiones, tanto relativas a MRHME en su conjunto como a sus componentes.

Como el caso CIDU se ha utilizado para averiguar en qué medida el MRHME es útil en el conocimiento de una empresa (CIDU) al aportar un modelo y sus vistas global y concepto de la empresa, y dado que ambas han sido validadas, se puede concluir que los puntos de vista de las que se obtienen están validados en esta aplicación, constituyendo una primera evidencia de validación.

Como consecuencia de estas conclusiones sobre los puntos de vista se derivan las siguientes, limitadas al caso CIDU.

Las dimensiones Amplitud y Detalle de MRHME se pueden considerar válidas puesto que, de forma combinada, han indicado qué información era necesaria recopilar de cada aspecto para incluirlo en las vistas.

La existencia de la dimensión Generalidad-Especialidad ha permitido la construcción de las vistas (concepto de la empresa, global) partiendo del metamodelo MRHME mediante la particularización del modelo holístico, utilizando las correspondientes plantillas. Por lo tanto, se puede considerar válida.

Por todo lo anterior, se puede concluir que se ha logrado el objetivo de determinar la validez inicial del MRHME en esta aplicación. Se completará cuando tenga lugar la validación “en uso” en las sucesivas aplicaciones que se hagan del modelo de CIDU.

## 6 Resumen y conclusiones

Se ha proporcionado una visión general del marco de referencia holístico de modelado de empresas (MRHME), con una descripción de sus componentes: el espacio que contiene los modelos (frecuentemente es lo que se suele denominar marco de referencia), un metamodelo holístico que servirá de base para construir otros modelos, unos puntos de vista con los que poder representar diferentes vistas de los modelos, así como un lenguaje de modelado ad hoc (LMHE) para poder expresarlas; todo esto gobernado por una metodología de modelado holístico (MMHE). De esta forma, se podría calificar a MRHME como un marco de referencia de modelado ampliado.

Con el caso CIDU presentado se obtuvo una evidencia preliminar de la validación en una de las aplicaciones de MRHME. Concretamente, se trataba de la referida a su utilidad en el conocimiento de la empresa al aportar su modelo holístico y dos de sus vistas: global y concepto de la empresa.

En el cuerpo del artículo se han ido mostrando las características de MRHME que se pueden considerar innovadoras, en mayor o menor medida: el carácter único del marco de referencia propuesto; la posibilidad de ampliación de los aspectos de la empresa incluidos en el marco de una forma sencilla, lo que le permitirá adaptarse a más situaciones de modelado; la dimensión detalle que permite adaptarse con facilidad a la fase de evolución la empresa que se pretende modelar, desde la fase de concepción a la de diseño general; la posibilidad de construir modelos en tres niveles de generalidad-especialidad, obteniendo modelos generales (meta-modelos), parciales y particulares; facilitar el manejo de las complejas relaciones entre los aspectos el marco mediante una relaciones “condensadas”; la disponibilidad d un amplio repertorio de puntos de vista y vistas predefinidos, incluidos los denominados “temáticos”; la previsión de utilizar presentaciones adaptadas a los destinatarios del modelo, usando en cada caso la forma habitual para que les resulte fácilmente reconocible; la disponibilidad de un lenguaje de modelado ad hoc, de especial potencia en el modelado de las relaciones entre los aspectos. A todo lo anterior se ha de añadir un formato de la especificación de MRHME controlado, para asegurar al modelador que va a utilizar una versión válida.

La consideración de una forma integrada de los aspectos más relevantes en el funcionamiento y los resultados de una empresa, junto a su clara e inequívoca orientación a la gestión empresarial (management) va a permitir su incorporación al conjunto de herramientas metodológicas a disposición de la

comunidad de la gestión empresarial.

Concretamente, algunos temas en los que MRHME puede resultar beneficioso es en la formulación e implementación de la estrategia, al proporcionar una visión de los aspectos que le pueden afectar; en la comprobación de la viabilidad de un nuevo modelo de negocio, al permitir comprobar su consistencia con los aspectos del marco; en los cambios radicales de los procesos de negocio, al permitir comprobar si son compatibles con los aspectos del marco; para configurar la capacidad competitiva de una empresa basada en los aspectos del marco y analizar su impacto si estos cambiaran. En definitiva, MRHME se ha desarrollado para que sea de utilidad en todas aquellas situaciones donde sea necesaria una visión integral de la empresa.

El MRHME aquí presentado es una primera versión que necesitará ser sometida a una continua revisión y actualización. Los desafíos que se esperan están relacionados principalmente con su facilidad de uso. Algunos de ellos son:

- Desarrollar las técnicas de análisis de las vistas para las aplicaciones. ¿Qué se puede aprender de la vista? Indagar en los aspectos y sus relaciones. Esto permitirá analizar las preguntas de los puntos de vista y otras.
- Elaborar una “Guía de modelado con MRHME” que trate temas como: principios de modelado, métodos y técnicas de modelado, recomendaciones. Se trataría de conseguir una metodología de modelado que resulte sencilla en su aplicación, pero efectiva en el logro de resultados.
- Desarrollar o adaptar una herramienta de software que permita la automatización del dibujo de las vistas. Esta herramienta debería también permitir el análisis de los modelos y la simulación de escenarios, así como la interacción del usuario con los modelos. Esta será una mejora que va a condicionar la evolución del MRHME, por lo que se va a considerar prioritaria.
- Conectar con la disciplina de la dinámica de sistemas aplicada al modelado de empresas, considerando su evolución en el tiempo. Para ello habrá que explorar las posibilidades de MRHME para que pueda servir de referencia para identificar las variables influyentes a considerar para modelar dinámicamente un problema o situación concreta de la empresa.

## 7 Referencias

- Becker, J. and Rosemann, M. and von Uthmann, C. (2000). Guidelines of business process modelling. In v. d. Aalst, W., Desel, J., Oberweis, A. (eds.), Business process management – models, techniques, and empirical studies, Springer, Berlin et al., 30-49.

- Bernus P, Nemes L, Schmidt G (eds.) (2003) Handbook on enterprise architecture. Springer, Berlin
- Cestero J (2016) Tesis doctoral Desarrollo de un marco de referencia de modelado holístico de modelado de empresas. Universitat Politècnica de València
- Cestero J., Ortiz A. (2011), Evaluación de los Marcos de Referencia de Modelado de Empresas. Un enfoque holístico. 5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XV Congreso de Ingeniería de Organización
- Cestero J., Cuenca L., Ortiz A. (2016), Methodology for Defining Requirements for an Enterprise Modelling Framework. International Joint Conference - CIO-ICIEOM-IIE-AIM (IJC 2016), 231-238
- Chalmeta, R.; Campos, C.; Grangel, R., (2001). References architectures for enterprise integration. *Journal of Systems and Software*. Volume 57, Issue 3, 15 July 2001, Pages 175-191
- Eriksson, H-E, Penker, M. (2000). *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*. New York: John Wiley & Sons.
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. The M. I. T. PRESS, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge Massachusetts
- Garlan, David; Monroe, Robert; Wile, David (1997). *Acme: An Architecture Description Interchange Language*. CASCON '97
- Galbraith, J. R. (1977). *Organizational Design*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Hommes, B-J.; Reijswoud, V. (2000). Assessing the Quality of Business Process Modelling Techniques. Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences – 2000.
- IFIP-IFAC Task Force on Architectures for Enterprise Integration (1999) *Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology (GERAM) Version 1.6.3*
- Frank, Ulrich (2008). *The MEMO Meta Modelling Language (MML) and Language Architecture (revised version)*. ICB-Research Report No. 24. August 2008.
- Kast, F. E.; Rosenzweig, J. E. (1979). *Administración en las organizaciones: Un enfoque de sistemas*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Krogstie, J.; Arnesen, S. (2005). *Assessing Business Processing Modeling Languages Using a Generic Quality Framework*, Information Modeling Methods and Methodologies, Krogstie, J., Nysetvold, A.G.
- Lankhorst, M. et al. (2005) *Enterprise Architecture at Work*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005. Existe una edición de 2017.
- Martin, R. et al. (2004). *Architectural principles for enterprise frameworks*. Technical Report No. 594, Computer Science Department, Indiana University.
- McGinnis (2007). *Enterprise modeling and Enterprise transformation*. *Information Knowledge Systems Management* 6 (2007) 123–143
- Ortiz, A., Lario, F., Ros, L. (1999) *Enterprise Integration—Business Processes Integrated Management: a proposal for a methodology to develop Enterprise Integration Programs*. *Computers in Industry*. Volume 40, Issues 2–3, November 1999, Pages 155-171
- Cuenca, L., Boza, A., Ortiz, A., *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. Volume 24, Issue 11, November 2011, Pages 974-992
- Schekkerman, J. (2011). *Enterprise Architecture Tool Selection Guide v6.3*. Institute for Enterprise Architecture Developments (IFEAD).
- Van Gigch, J.P. (1991). *System Design, Modeling and Meta-modeling*. New York: Plenum.
- Vernadat FB (1996) *Enterprise modelling and integration. Principles and applications*. Chapman & Hall, London
- Von Bertalanffy, Ludwig (1976). *Teoría General de los Sistemas*. México, Fondo de Cultura Económica
- Zachman J (1987) *A framework for information systems architecture*. *IBM Systems Journal*, Vol 26, No 3, 1987

## 8 Anexo

En la tabla siguiente se incluyen las referencias sobre el tema (ver apdo. 2) que se han considerado más relevantes y de interés para el lector.

Tabla 2 .

Referencia	Comentario
Becker et al. (2000)	Proponen el mr GoM (Guidelines of Modeling) que consta de seis guías: corrección (sintáctica y semántica), relevancia, eficiencia económica, claridad, comparabilidad, diseño sistemático. Describen seis técnicas para ajustar los modelos a las diferentes perspectivas según los propósitos del modelado (reingeniería, desarrollo de sw, certificación ISO 9000, simulación, costes basados en actividad, etc.).
Bernus et al. (2003)	Aunque relativamente falto de cierta homogeneidad por tratarse de una recopilación de trabajos de diversos autores, es un manual básico muy útil en el tema de las arquitecturas de empresa.
Chalmeta et al. (2001)	Principalmente, es un marco (ARDIN) que consiste en una metodología paso a paso, modelos de referencia y un conjunto de herramientas de apoyo, que permitirán la creación de una Empresa Integrada. Interesante en la aplicación práctica a varias empresas.
Cuenca et al. (2011)	Este artículo revisa la alineación estratégica entre las empresas y las TI, y propone el uso de la ingeniería empresarial para lograr esta alineación. El enfoque facilita la definición de un diálogo formal en el diseño de alineación. En relación con esto, se han definido nuevos bloques de construcción y fases del ciclo de vida para su uso en un contexto de arquitectura empresarial.
Eriksson, Penker (2000)	Exponen las posibilidades de UML en el modelado de empresas utilizando las denominadas extensiones. Contiene unas nociones de UML con los diferentes diagramas. Incluyen plantillas de diversos conceptos empresariales: negocio, recursos, reglas, objetivos y procesos. Incluyen un ejemplo de modelado de empresa.
Forrester (1961)	Probablemente, el antecedente más antiguo del modelado de empresas se puede considerar que radica en los trabajos de Jay Forrester en los años sesenta, cuando desarrolló la disciplina de la dinámica industrial.
Hommel, Reijswoud (2000)	Presentan un fw para valorar la calidad de las técnicas de modelado de procesos de negocio. Está basado en el fw de Seligmann utilizando sólo “way of modeling” y “way of working”. Lo aplican a DEMO. Utilizan unas tablas para definir los modelos con los elementos: concepto, significado, notación y relación entre conceptos (metamodelo). Con ejemplos muy claros. Presenta una versión revisada del metalenguaje de modelado (MML) que presentó en 1998. Define los requisitos que debería tener un metalenguaje de modelado. Evalúa el metalenguaje de UML analizando su biblioteca de infraestructura y el MOF (Meta Object Facility). También evalúa el modelo Ecore que sirve para representar modelos en Eclipse Graphical Modelling Framework (GMF). Ninguno de los dos le parece adecuado, por lo que decide desarrollar el suyo propio. Para ello utiliza ERM (Entity Relation Model) junto con el lenguaje de restricciones OCL (Object Constraint Language) y el lenguaje natural para los comentarios. El meta metamodelo está compuesto por elementos como: (meta-) objeto, entidad, modelo, atributo, concepto. También presenta un esbozo de una herramienta sw para desarrollar editores de meta modelos MEMO. Para ello se han de reconstruir los diversos metamodelos (OML, OrgML, SML, etc.) y convertirlos en un modelo integrado de objetos, que es el fundamento conceptual del MEMO Center. Esto permite que los modelos estén integra-dos (por ejemplo, si un proceso (modelo de procesos) utiliza una máquina (modelo de recursos) que se elimina debería desaparecer de ambos modelos. Para desarrollar la herramienta utilizan GMF, que necesita que se convierta el meta metamodelo en una instancia de Ecore utilizando un editor de MML. De utilidad para adoptar estos lenguajes o desarrollar uno propio.
Kast, Rosenzweig (1979)	Utilizan la teoría general de sistemas como marco de referencia para la integración de la teoría organizacional moderna. Consideran la empresa como un sistema abierto compuesto de varios subsistemas (metas y valores, técnico, estructural, psicosocial y administrativo) que interaccionan, y que se relaciona con el supra-sistema ambiental. Trata (p417) la construcción de modelos como ayuda a la gestión.
Krogstie, Arnesen (2005)	Utiliza el marco de referencia desarrollado (Krogstie et al, 1995) para definir unos atributos de calidad de un lenguaje de modelado: adecuación al dominio, adecuación al conocimiento del participante, adecuación a la exteriorización del conocimiento, adecuación a la comprensibilidad, adecuación a la interpretación del actor técnico.
Lankhorst, M. et al. (2005)	Trata bastantes aspectos de la arquitectura de empresa. Describen ArchiMate. Tiene un apartado sobre lenguajes IDEF, BPMN, Testbed (Telematica), ARIS y UML. Muy útil en el tema de las arquitecturas de empresa. Muy actualizado, va por la cuarta edición en 2017.
Martin, R. et al. (2004)	Identifica una serie de 18 principios que sirvan como requisitos para la formalización de frameworks. Se centra bastante en Zachman.

McGinnis (2007)	Se plantea la pregunta de si el modelado de empresas puede ayudar a transformar las empresas. Hace una introducción al modelado de empresas, una breve historia de su evolución y una valoración desde la perspectiva de la transformación de la empresa. Describe con gran claridad los conceptos de modelado y empresa (da una buena definición raíz). Afirma que la transformación de una empresa se ha de basar en algún modelo más o menos elaborado. Describe cinco puntos de vista que han impulsado el desarrollo del modelado de empresas: enfoque CIM (PERA y CIMOSA), operaciones (GRAI), arquitecturas de TI (Zachman), interoperabilidad (DoDAF), software de empresa (ERP). Como ejemplo de marco de referencia de modelado analiza GERAM considerando que el punto final es el EOS y a partir de ahí va introduciendo el resto de componentes. Describe varios lenguajes (IDEF, IEM, GRAI/GIM, ARIS/EPC, UEML) haciendo referencia a que en sus inicios se utilizaron los provenientes de otros dominios (especialmente sw). Como han sido desarrollados desde una perspectiva particular y no holística el resultado es que difieren en sintaxis y semántica. Por todo lo que ha ido diciendo, llega a la conclusión que en su estado actual el modelado de empresas no es de mucho valor en la transformación de empresas. Ha estado más orientada al desarrollo de los sistemas de software (el cómo) que a ofrecer ayuda en qué hacer. La motivación del ME ha sido dar respuesta a problemas específicos de la empresa, pero no al más amplio problema de conocer la empresa completa. Considera que para que el ME sea de utilidad en la transformación de una empresa ha de tener capacidad para tratar el entorno, los recursos, las actividades, la organización y la economía de la empresa a una escala de resolución adecuada. Hace hincapié en la importancia de que trate los aspectos humanos que son los que hacen generalmente más difíciles los cambios. Aquí está el desafío.
Ortiz et al. (1999)	A partir de propuestas líderes existentes (CIMOSA, PERA, GERAM), se define una metodología y se discuten algunas extensiones a una arquitectura y herramientas informáticas de apoyo. La propuesta cubre el ciclo de vida de un Programa de Integración Empresarial en un enfoque de arriba hacia abajo. El enfoque se centra en el concepto de proceso de negocio, pero se basa en una visión / proceso / personas / tecnología de la empresa. Contiene el marco antecedente de MRHME presentado en este artículo.
Scheckerman (2011)	El estudio abarca 32 herramientas y refleja en una tabla las diversas áreas que cubren cada una de ellas. Las áreas incluidas son: gobierno, riesgo y conformidad; gestión del programa; gestión de la cartera de empresa/TI; estrategia de negocio/TI; arquitectura de empresa, solución de arquitectura, ingeniería de software. También incluye información sobre el soporte de la herramienta a TOGAF 9 y los lenguajes de modelado soportados (Archimate, B+PMN, UML). Aunque está desfasado, dado el avance de las herramientas sw, es un buen ejemplo de un informe. Sin actualizar por el autor.
Van Gigch (1991)	Van Gigch expone el paradigma del metamodelado, donde concibe el mundo científico como formado por varios, habitualmente tres, niveles interconectados. Cada nivel tiene sus propios objetos de indagación, su propia lógica y su propio lenguaje de representación. En el nivel más bajo es donde se realiza la práctica del modelado, guiada por una teoría de modelado. En el segundo nivel está el dominio de la ciencia del modelado donde se constituyen las diversas teorías y métodos del modelado. En el tercer nivel está la metateoría o metamodelado, también denominada epistemología, que a su vez se alimenta de la filosofía de la ciencia. De utilidad para fundamentar el modelado.
Vernadat (1996)	Se refiere a empresas de fabricación. Incluye definiciones básicas y descripción de conceptos muy claros. Se centra en el modelado de las operaciones de la empresa. Enuncia varios principios de modelado. Explica el origen de los aspectos habitualmente modelados: función, información, recursos y organización. Esencial en modelado de empresas.
Von Bertalanffy (1976)	Describe la teoría general de sistemas y su aplicación a diversas ciencias. Tiene un capítulo (VIII) en la que trata el concepto de sistema en las ciencias del hombre, incluida la economía. Esencial en la teoría de sistemas.
ZachmanJ (1987)	Artículo seminal en el tema de las arquitecturas de empresa. Imprescindible.