

# Cómo usar MDE para obtener Modelos de Simulación a partir de Modelos de Negocio

M. Teresa García<sup>1</sup>, Mercedes Ruiz<sup>1</sup> y Cristina Vicente-Chicote<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Universidad de Cádiz, 18003 Cádiz, España  
{mayte.garcia, mercedes.ruiz}@uca.es

<sup>2</sup> Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones,  
Universidad Politécnica de Cartagena, 30202 Cartagena (Murcia), España  
cristina.vicente@upct.es

**Abstract.** En este trabajo se presenta una propuesta para obtener modelos de simulación a partir de modelos de procesos de negocio usando para ello un enfoque de Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE). La propuesta se llevará a cabo partiendo de un modelo representado en BPMN (Business Process Model and Notation) sobre el que se aplicarán varias transformaciones Modelo-a-Modelo (M2M). Como resultado se obtendrá un modelo de simulación independiente de plataforma que podrá traducirse, mediante (una o más) transformaciones Modelo-a-Texto (M2T), en ficheros con el formato soportado por (una o más) herramientas de simulación. Con esta propuesta, y su posterior implementación en una herramienta, se pretende ofrecer al modelador de procesos de negocio la posibilidad de simular sus diseños sin tener que aplicar un esfuerzo adicional para implementar los correspondientes modelos de simulación.

**Keywords.** Procesos de negocio, simulación, toma de decisiones, MDE, BPMN

## 1 Introducción

Tradicionalmente, los ingenieros del software se han dedicado al desarrollo de aplicaciones haciendo uso de metodologías como RUP (*Rational Unified Process*). Además, han desarrollado modelos de simulación para estudiar el comportamiento de sus sistemas, así como de los procesos involucrados en su desarrollo. Estos modelos han permitido a los ingenieros experimentar y analizar los resultados de tomar distintas decisiones, algo que resulta particularmente de utilidad en aquellos sistemas en los que el coste o el riesgo de una experimentación real resultan prohibitivos.

En el contexto empresarial, la gestión de procesos de negocio (BPM, de sus siglas en inglés *Business Process Management*) trata de encauzar los continuos cambios que sufren las organizaciones en su cadena de valor y, por lo tanto, en sus procesos. Las técnicas de BPM permiten a los analistas manejar todos los aspectos relacionados con estos procesos. Sin embargo, hoy en día, sigue existiendo una brecha importante entre estos analistas y los ingenieros del software, que deben desarrollar las aplicaciones que dan soporte a (todo o parte) del proceso del negocio.

En la actualidad, BPMN 1.0 (Business Process Modelling Notation), se considera el estándar *de facto* para modelar procesos de negocio. BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation) [2] extiende y formaliza muchos de los elementos de su predecesor, si bien los modelos construidos con esta nueva especificación siguen sin ser directamente ejecutables ni es posible simular su comportamiento ante distintos parámetros de entrada. Así, para que estos modelos resulten de una mayor utilidad, en particular, durante el proceso de toma de decisiones, sería interesante poder transformarlos en otros que sí se puedan simular y analizar.

En esta línea, el trabajo que se aquí se presenta aboga por la adopción de un enfoque MDE que permita automatizar la transformación de los modelos BPMN en modelos independientes de la plataforma de simulación seleccionada. Los diseñadores deberán completar estos modelos con los datos concretos de la simulación que quieran realizar. Hecho esto, la idea es obtener, también mediante transformaciones automáticas, la entrada (fichero de texto en el formato adecuado) con la que poder ejecutar la simulación utilizando (una o más de) las herramientas existentes.

El resto del artículo se estructura como sigue. En primer lugar, se presentan los conceptos relacionados con MDE necesarios para desarrollar las ideas que planteamos en este trabajo. A continuación, se describe la propuesta que, como ya se ha adelantado, gira en torno a una cadena de transformaciones de modelos con la que pretendemos facilitar la simulación y el análisis de procesos de negocio modelados con BPMN. Para terminar, se presentan las conclusiones y líneas de trabajo futuras.

## 2 Ingeniería Dirigida por Modelos

El uso de modelos en ingeniería es una práctica habitual, ampliamente aceptada y que cuenta con una larga tradición. En el ámbito de la Ingeniería del Software, la mayoría de las metodologías actuales hacen uso de distintos tipos de modelos a lo largo de todo el proceso de desarrollo del software.

MDE es un paradigma de desarrollo de software que promueve el uso sistemático de modelos y transformaciones de modelos a lo largo de todo el ciclo de vida [3, 4]. Las transformaciones de modelos, a menudo formalizadas también como modelos, permiten establecer una correspondencia trazable desde los modelos de más alto nivel hasta el código que se genera a partir de ellos.

La arquitectura dirigida por modelos (MDA, de sus siglas en inglés *Model-Driven Architecture*) es la propuesta del Object Management Group (OMG) en el contexto de MDE. MDA se basa en otros estándares del OMG, entre los que cabe destacar: *Unified Modeling Language* (UML), *XML Metadata Interchange* (XMI), *Meta Object Facility* (MOF) o *Object Constraint Language* (OCL).

En MDA, los modelos se clasifican, según su nivel de abstracción, en modelos independientes de la computación (CIM, de sus siglas en inglés *Computational-Independent Model*), modelos independientes de la plataforma (PIM, de sus siglas en inglés *Platform-Independent Model*) y modelos dependientes de la plataforma (PSM, de sus siglas en inglés *Platform-Specific Model*). De este modo, se consigue separar la vista del negocio (nivel CIM), de la vista arquitectural (modelo PIM) y de la vista correspondiente a la plataforma final sobre la que se decida desplegar el sistema

(modelo PSM). Gracias a ello, MDA consigue mejorar aspectos tan importantes en todo proceso de desarrollo de software como la portabilidad, la interoperabilidad y la reusabilidad.

Uno de los conceptos clave en MDA es el de *metamodelo*. Un metamodelo es un modelo para definir modelos. Cada metamodelo define la sintaxis abstracta de un lenguaje de modelado, esto es, el conjunto de términos del lenguaje (vocabulario), así como las reglas que determinan cómo combinar dichos términos de manera correcta. Así, por ejemplo, el metamodelo correspondiente al lenguaje de modelado UML es el que establece cómo crear modelos UML (de casos de uso, de clases, de secuencia, etc.) sintácticamente correctos.

MDA no implica el uso de UML como único lenguaje de modelado, sino que permite a los desarrolladores definir sus propios lenguajes, por lo general, específicos de un determinado dominio (DSL, de sus siglas en inglés *Domain-Specific Language*). Para ello, es necesario contar con un meta-metamodelo que permita definir nuevos metamodelos. En MDA, este meta-metamodelo es MOF [5] y suele representarse en el vértice superior de la pirámide MDA. Por encima de MOF no es necesario añadir más niveles a esta pirámide ya que MOF está definido conforme a él mismo (lenguaje reflexivo).

Además de los metamodelos (y de los modelos que se crean a partir de ellos), el otro artefacto clave en MDA son las transformaciones de modelos. MDA establece un proceso de desarrollo de software, llamado *MDA Development Process* [6], basado en el refinamiento sucesivo de los modelos, desde los de más alto nivel hasta el código. Este refinamiento se consigue gracias al uso de transformaciones, (semi-)automáticas, de tipo Modelo-a-Modelo (M2M) o Modelo-a-Texto (M2T).

La especificación propuesta por OMG para la definición de transformaciones M2M es el lenguaje QVT (*Query/View/Transformation*) [7], que a su vez se basa en el lenguaje de restricciones OCL (*Object Constraint Language*). Otro de los lenguajes de transformación M2M más ampliamente utilizado en la actualidad es ATL (<http://www.eclipse.org/atl/>). Asimismo, existen diversos lenguajes para definir transformaciones M2T, si bien ninguno de ellos ha alcanzado aún el rango de estándar de la OMG. Entre ellos cabe destacar JET (<http://www.eclipse.org/modeling/m2t>) y MOFScript (<http://www.eclipse.org/gmt/mofscript/>) ambos disponibles, de manera gratuita, como extensiones (plug-ins) para la plataforma Eclipse.

### **3 Un Enfoque MDA para Simulación de Procesos de Negocio**

Como ya se ha comentado en la introducción, para la empresa es muy importante contar con modelos de sus procesos de negocio que sea posible simular y analizar de cara a la toma de decisiones.

En la actualidad, los responsables de modelar los procesos del negocio necesitan contar con expertos en simulación para obtener los modelos correspondientes y llevar a cabo las pruebas ya que, por lo general, desconocen las herramientas de simulación. Sin embargo, lo ideal sería que el propio personal encargado de modelar los procesos del negocio pudiera llevar a cabo también su simulación. Para ello, resulta esencial desarrollar herramientas que permitan a los diseñadores (1) obtener automáticamente

modelos de simulación a partir de los modelos BPMN de sus procesos de negocio, (2) completar dichos modelos con los parámetros iniciales de la simulación y (3) generar el fichero de entrada correspondiente para su ejecución en una determinada herramienta de simulación. En este trabajo se propone la adopción de un enfoque MDA para dar soporte a este proceso, ilustrado a continuación en la Figura 1.

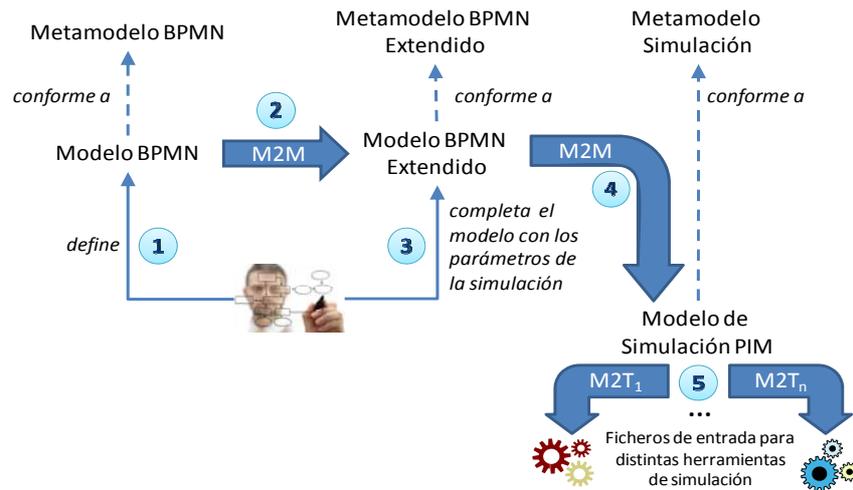


Figura 1. Esquema del proceso dirigido por modelos propuesto.

### 3.1 Modelado de Procesos de Negocio: BPMN vs BPDM

La primera versión de BPMN fue publicada por el *Business Process Management Initiative* (BPMI) en 2004, si bien no alcanzó el rango de estándar OMG hasta enero de 2008. Pocos meses después, en noviembre de 2008, el OMG publicó también la primera versión del metamodelo para definición de procesos de negocio, conocido como BPDM (de sus siglas en inglés *Business Process Definition Metamodel*) [8]. BPDM describe la sintaxis abstracta de un lenguaje de modelado para especificar procesos de negocio. BPDM no está vinculado a ninguna notación, si bien en el estándar se describe cómo representar los elementos de BPDM usando BPMN.

Sorprendentemente, en la especificación de BPMN 2.0 (última versión publicada por el OMG en enero de 2011), no aparece ninguna referencia a BPDM. De hecho, las herramientas existentes para modelar procesos de negocio con BPMN utilizan un metamodelo distinto a BPDM. Este es el caso, por ejemplo, de la herramienta *BPMN Modeler* (<http://www.eclipse.org/bpmn/>), disponible de forma gratuita como un plugin Eclipse dentro del proyecto *SOA Tools Platform* (<http://www.eclipse.org/stp/>).

Tal y como aparece recogido en la Figura 1, el metamodelo seleccionado para definir nuestros procesos de negocio para, a continuación, extenderlos con la información necesaria para su simulación, ha sido BPMN en lugar de BPDM. Las dos razones principales que nos han llevado a tomar esta decisión han sido las siguientes: (1) BPMN es, en la actualidad, el estándar *de facto* para modelado de procesos de

negocio y (2) BPMN cuenta con herramientas de soporte maduras con las que es posible definir, validar y transformar modelos de proceso de negocio siguiendo un enfoque MDE/MDA.

### 3.2 Proceso de Transformación de los Modelos BPMN para su Simulación

Tal y como se muestra en la Figura 1 y como se detalla a continuación, el proceso propuesto consta de cinco pasos, dos de ellos llevados a cabo de forma manual por el diseñador (pasos 1 y 3) y los tres restantes automatizados por medio de transformaciones (pasos 2, 4 y 5).

1. En primer lugar, el diseñador deberá crear un modelo de su proceso de negocio. Este modelo deberá ser conforme al metamodelo de BPMN 2.0. Para dar soporte a esta tarea utilizaremos el editor *BPMN Modeler* disponible para Eclipse y referenciado en la Sección 3.1.
2. A continuación, el modelo desarrollado en el paso anterior se transformará en un modelo BPMN extendido. Este modelo contendrá toda la información del modelo original y una serie de parámetros (inicialmente vacíos) necesarios para la simulación del proceso. Para automatizar esta tarea deberemos implementar tanto el metamodelo de BPMN Extendido como la correspondiente transformación M2M. Para ello, utilizaremos el esquema de transformación de elementos BPMN a elementos de Diagramas de Forrester para modelos de simulación, presentado en [9], en el caso de seleccionar el paradigma de Dinámica de Sistemas.
3. En este punto, el diseñador deberá rellenar (manualmente) los parámetros del modelo generado en el paso anterior, estableciendo los valores concretos con los que quiera llevar a cabo la simulación.
4. Una vez completado el modelo BPMN extendido, éste se transformará en un modelo de simulación PIM, esto es, independiente de la plataforma concreta sobre la que finalmente se vaya a realizar la simulación. Para automatizar esta tarea deberemos implementar tanto el metamodelo de Simulación PIM como la correspondiente transformación M2M.
5. Por último, haciendo uso de transformaciones M2T (deberá definirse una para cada plataforma de simulación considerada), obtendremos los ficheros de entrada que podremos ejecutar en las correspondientes herramientas de simulación, por ejemplo, en VenSim (<http://www.vensim.com/>) o AnyLogic (<http://www.xjtek.com/>).

## 4 Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuras

Los modelos de simulación ofrecen la posibilidad de experimentar diferentes decisiones y analizar sus resultados en sistemas en los que el coste o el riesgo de una experimentación real resultan prohibitivos. En el ámbito empresarial, la simulación de modelos asociados a los procesos del negocio puede ser de gran ayuda para la toma de decisiones estratégicas, tácticas y operacionales.

En la actualidad, existen varias herramientas para modelar procesos de negocio, si bien éstas no permiten su simulación. Del mismo modo, también es posible encontrar numerosas herramientas de simulación, aunque no específicamente ideadas para simular procesos de negocio. La propuesta presentada en este artículo, aunque bastante preliminar aún, trata de abordar estas limitaciones. Para ello, se ha descrito un proceso MDA gracias al cual los diseñadores podrán simular sus procesos de negocio (modelados en BPMN con sus herramientas habituales), utilizando (una o más de) las plataformas de simulación existentes en la actualidad. Este proceso, soportado por una serie de transformaciones automáticas desde los modelos BPMN hasta el fichero de entrada a la herramienta de simulación, será completamente transparente para el diseñador.

Además de completar los artefactos involucrados en la propuesta (metamodelos y transformaciones descritas en la Sección 3.2), también nos proponemos desarrollar una interfaz de usuario, que facilite al diseñador la configuración de los parámetros de simulación y la elección de la plataforma de simulación objetivo para que, automáticamente, se ejecute la transformación M2T correspondiente.

## Agradecimientos

Esta investigación está parcialmente financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España y por los fondos europeos FEDER mediante los proyectos TIN2007-67843-C06-04 y TIN2010-20057-C03-03.

## Referencias

- [1] BPMI Notation Working Group (2004). *Business Process Modeling Notation (BPMN) Version 1.0*. <http://www.bpmn.org>
- [2] OMG (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0*. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
- [3] Kent, S. (2002). *Model Driven Engineering*. Lecture Notes in Computer Science 2335. Springer Verlag, pp. 286-298. ISBN 3-540-43703-7
- [4] Schmidt, D. C. (2006). *Model Driven Engineering*. IEEE Computer Society. Febrero 2006, pp. 25-31.
- [5] OMG (2011): *Meta Object Facility (MOF)*. Versión 2.4, Beta 2. Marzo 2011. <http://www.omg.org/spec/MOF/Current/>
- [6] Kleppe A.G., Warmer J., Bast W. (2003) *MDA Explained: The Model Driven Architecture: Practice and Promise*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA ISBN:032119442X
- [7] OMG (2011): *Query/View/Transformation (QVT)*. Versión 1.1. Enero 2011. <http://www.omg.org/spec/QVT/1.1>
- [8] OMG (2008): *Business Process Definition Metamodel (BPDM)*. Versión 1.0. Noviembre 2008. <http://www.omg.org/spec/BPDM/1.0>.
- [9] García M. T., Ruiz, M. (2009). "Propuesta de esquema de transformación de Modelos de Negocio a Modelos de Simulación usando Ontologías". Actas de la 4ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información. Portugal, junio 2009.