

Tipo de artículo: Artículo de revisión
Temática: Ingeniería y gestión de software
Recibido: 13/06/2018 | Aceptado: 02/11/2018

Revisión sobre directrices prácticas para la calidad del modelado de procesos de negocio

Review of practical guidelines for the quality of business process modeling

Olga Yarisbel Rojas Grass ^{[0000 0002 0642 6673]*}, Nemury Silega Martínez ^[0000 0002 8436 5650], Miguel Angel Sánchez Palmero ^[0000 0002 9870 5193]

CEIGE, Facultad 3, Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2 ½ La Lisa, La Habana, Cuba. {[yarisbel](mailto:yarisbel@uci.cu), [nsilega](mailto:nsilega@uci.cu), [masanchez](mailto:masanchez@uci.cu)}@uci.cu

* Autor para correspondencia: yarisbel@uci.cu

Resumen

Las organizaciones se enfrentan a procesos cada vez más grandes y complejos, los modelos de procesos son clave para facilitar el entendimiento de los procesos en las organizaciones y en el diseño de sistemas de información. La etapa de modelado del negocio es crucial en el proceso de desarrollo de software debido a que los errores en el modelado pueden generar nefastas consecuencias en la calidad de un sistema. Considerando estos elementos, en este trabajo se realizó una revisión en la literatura científica sobre el modelado de procesos de negocio y su calidad, siguiendo una metodología definida previamente. Se obtuvo como resultado que la tendencia en la comunidad científica está en la definición de directrices prácticas para el modelado de procesos de negocio que mejoran la comprensibilidad de los modelos. Estas directrices están enfocadas en mejorar estructuralmente los modelos para que sean más comprensibles. La utilización de un lenguaje de modelado no asegura que los modelos que se obtienen cuenten con características de calidad deseables, sino que además es vital contar con herramientas que permitan verificar que los modelos satisfagan adecuadamente las construcciones del lenguaje, incluyendo la utilización de directrices para el modelado y restricciones del dominio que pueden ser representadas a través de ontologías.

Palabras clave: calidad, directrices prácticas, modelado de procesos de negocio, ontología.

Abstract

Organizations are faced with increasingly large and complex processes, the process models are key to facilitate the understanding of processes in organizations and in the design of information systems. The stage of modeling the business is crucial in the software development process because errors in modeling can have harmful consequences on the quality of the system. Considering these elements, in this work a review is made in the scientific literature about the business processes modeling and their quality, following a previously defined methodology. It is obtained as a result that the tendency in the scientific community is in the definition of practical guidelines for the business processes modeling that improve the comprehensibility of the models. These guidelines are focused on structurally improving the models to make them more understandable. The use of a modeling language does not ensure that the models that are obtained have desirable quality characteristics, but it is also vital to have tools to verify that the models adequately meet the language constructions including the use of guidelines for modeling and domain restrictions that can be represented through ontologies.

Keywords: *business process modeling, ontology, practical guidelines, quality*

Introducción

El proceso de desarrollo de software es guiado por metodologías y modelos para la obtención de productos de software con calidad y que cumplan con las especificaciones planteadas por los clientes. La realización del modelado del negocio, durante las fases tempranas del desarrollo, contribuye a lograr una adecuada comprensión del problema y de su dominio, lo cual facilita la identificación, análisis y especificación de los requisitos de la solución.

Varios estudios afirman que es común la presencia de errores en los modelos de procesos de negocio (Barjis, 2008; Martínez, 2014; Mendling, 2009). El modelado de negocio no es una tarea trivial, es necesario combinar la visión y el conocimiento de varias personas que participan y son afectadas por el proceso, involucra a expertos del dominio, interesados y analistas de procesos (Marlon Dumas, 2013). Las organizaciones se enfrentan a procesos cada vez más grandes y complejos, los modelos de procesos son clave para facilitar la comunicación en las organizaciones y en el diseño de sistemas de información (Ahmet Dikici, 2018).

Un error en el modelado de un proceso podría tener nefastas consecuencias en la calidad de un sistema (Atkinson, 2002). La calidad de los modelos producidos por modeladores principiantes es menos completa y carecen de flexibilidad e innovación (Leung F, 2005; Samira Si-Said, 2013). Un problema significativo es la baja competencia de modelado que pueden poseer modeladores principiantes en proyectos de documentación de procesos (J. Mendling,

2010). Como consecuencia, los diseños de modelos de procesos de la etapa de documentación del negocio difícilmente pueden ser reutilizados en la etapa de ejecución. Es de suma importancia descubrir estos errores tan pronto como sea posible así como documentar los procesos de negocio de forma tal que la comprensión sea mayor (Oca, 2015).

El modelado de procesos de negocio ha devenido en un área de investigación dentro del modelado conceptual en el desarrollo de software (Islay Davies, 2006). Obtener modelos de procesos de negocio con alta calidad y que sean comprensibles ha sido de interés de varios investigadores en la comunidad científica. En la literatura se diferencian fundamentalmente cuatro flujos de trabajo relacionados con particularidades de calidad para la modelación conceptual de procesos (J. Mendling, 2010): marcos de trabajo de calidad, propuestas de buenas prácticas para mejorar la modelación, métricas de calidad y experimentos empíricos relacionados con la práctica de la modelación. De estos, las buenas prácticas se inspiran y orientan hacia la mejora de la modelación de procesos de negocio en la industria. Ellas suponen su adopción tanto por académicos como por modeladores en el ejercicio diario de modelación de procesos de negocio (A. R. M. Isel Moreno Montes de Oca, Monique Snoeck, et al, 2014).

En (Corradini et al., 2017; J. Mendling, 2010; Moreno-Montes de Oca & Snoeck, 2014) se han propuesto un conjunto de buenas prácticas a tener presente en el modelado de procesos de negocio, fundamentalmente enfocadas a lograr una mayor comprensión de los modelos, a la vez son agrupadas mediante clasificaciones definidas por los autores y pueden ser relacionadas a características de calidad definidas en (Sadowska, 2015). La utilización de estas buenas prácticas durante el modelado, disminuye la aparición de errores y su aplicación a modelos creados permite mejorarlos e identificar errores que se hayan cometido. En el desarrollo de software el modelado del negocio es un artefacto de inicio, que es imprescindible para que el equipo de desarrollo entienda el funcionamiento del negocio y la especificación de los requisitos globales que el futuro sistema debe satisfacer (M. S. Isel Moreno Montes de Oca, Hajo A. Reijersc, Abel Rodríguez Morffi, 2015; Jean Carlos Guzmán, 2013). Por estas razones se realiza una revisión de varios trabajos que definen directrices o pautas con el fin de mejorar los modelos de procesos haciéndolos más comprensibles y cómo han sido utilizados mediante herramientas para la verificación.

El presente artículo recopila información sobre directrices o pautas para el modelado de procesos de negocio con la finalidad de analizar las tendencias y conocer qué aplicaciones prácticas se han llevado a cabo. Los resultados de esta revisión están enfocados a conocer cuáles características de calidad han resultado de interés y cuáles se han trabajado con menos profundidad, a partir de las directrices prácticas definidas en los trabajos estudiados.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Una revisión sistemática de la literatura es una metodología de investigación que se desarrolla para obtener y evaluar la evidencia disponible sobre un tema específico. En este trabajo se consideró realizar una revisión basada en las pautas que se definen en un mapeo sistemático, que es un método de revisión menos exhaustivo que una revisión sistemática, y cuyo objetivo es tener una visión del campo científico e identificar las tendencias de investigación y focos de atención (Arias & Calvache, 2016), se investiga sobre la calidad de los modelos de procesos de negocio. En la revisión se definen preguntas de investigación, a partir de estas se obtienen los estudios primarios, se definen los criterios de análisis y finalmente se discuten los resultados. Las actividades que se realizan se representan en la Figura 1.

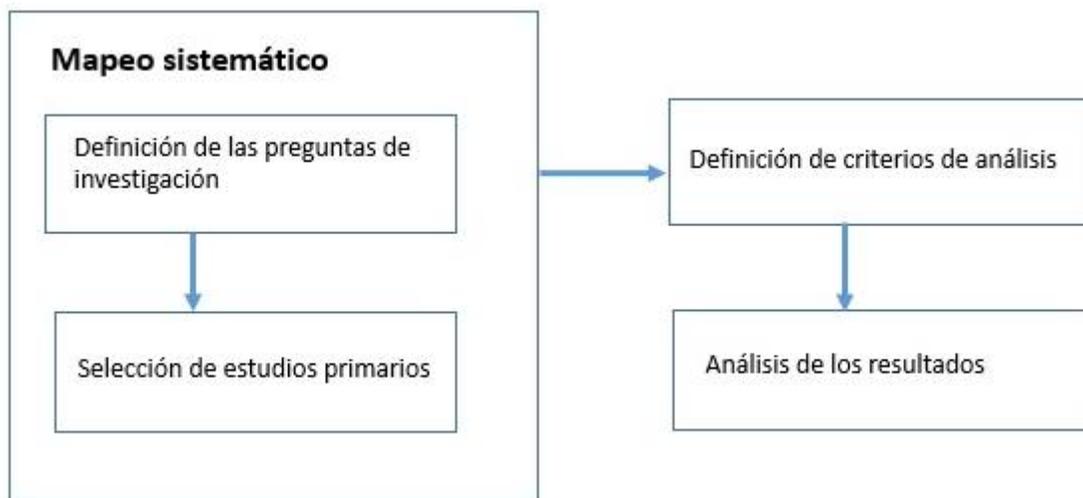


Figura 1. Metodología del mapeo sistemático (Arias & Calvache, 2016; Petersen, Feldt, Mujtaba, & Mattsson, 2008)

Las preguntas de interés en el presente trabajo que inician el mapeo sistemático son las siguientes:

¿Cómo están divididos los trabajos relacionados con particularidades de calidad para la modelación conceptual de procesos?

¿Qué directrices prácticas han sido reportadas en los trabajos disponibles en la literatura sobre el modelado de los procesos de negocio?

¿A qué características de calidad responden las directrices prácticas que se han definido y qué aplicaciones han tenido?

A pesar de que existe un extenso listado de bases de datos de publicaciones, este estudio se focaliza en las principales fuentes de investigaciones en el área de la ingeniería de software. Las bases de datos apropiadas para encontrar la mayor cantidad de publicaciones relacionadas son: IEEE, Scopus, Web of Science, Google Scholar y Springer. Se realizaron búsquedas oportunas a partir de las referencias de los artículos encontrados aplicando la estrategia de *snowball sampling*¹ utilizando un conjunto inicial de artículos, de los cuales se analizaron las referencias, eligiendo diferentes años de publicación y un conjunto de palabras claves relacionadas al tema como: guías, pautas, buenas prácticas y directrices prácticas para el modelado de procesos de negocio relacionado con la calidad.

Inicialmente se revisaron seis trabajos relacionados con la calidad de los procesos de negocio. A partir de sus referencias se analizaron varios artículos de revisión sistemática en esta área (Aguilar-Saven, 2004; Becker, Rosemann, & Von Uthmann, 2000; Corradini et al., 2017; de Oca, Snoeck, Reijers, & Rodríguez-Morffi, 2015; Figl, 2017; Genero, Fernández-Saez, Nelson, Poels, & Piattini, 2013; J. Mendling, 2010; Mendling, 2008; O'Neill & Sohal, 1999). Los trabajos seleccionados están directamente relacionados con la definición de pautas, guías o directrices prácticas para los modelos de procesos. Estas han sido definidas y recolectadas por un conjunto de revisiones sistemáticas que se han realizado y que han demostrado el creciente interés sobre este tema. Los tres trabajos que a continuación son presentados fueron seleccionados intencionalmente por la diferencia de años de realización y en diferentes lugares de publicación.

Resultados y discusión

¿Cómo están divididos los trabajos relacionados con particularidades de calidad para la modelación conceptual de procesos?

Los modelos de procesos de negocio juegan un papel fundamental en el campo de la gestión de los procesos de negocio y en la etapa inicial del desarrollo de software. La automatización de un negocio resulta difícil si no se entiende qué hace en detalle y si no se tienen sus procesos, datos y sistemas bajo control. De ahí que la etapa de modelación y análisis en el desarrollo de un sistema sea de gran importancia (Noriega Cadierno, 2015). Actualmente la calidad de los modelos de procesos de negocio recibe una atención considerable por la comunidad científica. Se

¹ Bola de nieve: esta técnica es un proceso en cadena que permite que el investigador llegue a otros artículos a partir de la revisión de las referencias de artículos iniciales.

han desarrollado varios trabajos con respecto a su calidad y se dividen en cuatro flujos de trabajo, relacionados con particularidades de calidad para la modelación conceptual de los procesos. Estos cuatro flujos son:

- **Marcos de trabajo de calidad:** intentan producir orden y esclarecimiento a la representación de la calidad en los modelos conceptuales y a la calidad del proceso de modelación conceptual (James Nelson, 2012; Lindland, Sindre, & Solvberg, 1994; Recker, Rosemann, Indulska, & Green, 2009).
- **Métricas de calidad:** representan un componente esencial para cuantificar de forma precisa la calidad de los diagramas, lo que a su vez es un paso importante hacia la mejora de calidad interna de los modelos de procesos de negocio (Laura Sánchez González, 2010; Mendling, 2008).
- **Estudios empíricos relacionados a las técnicas de modelación:** se ha investigado cómo los lenguajes de modelado de procesos de negocios han madurado con el paso del tiempo. Se han realizado comparaciones y análisis sobre estos lenguajes desde el punto de vista de su comprensión. El modelo de (Bandara, Gable, & Rosemann, 2005) investiga la noción de éxito del modelado de procesos. Varios factores son identificados como importantes (más allá de aspectos relacionados con el modelado) que incluyen la participación de los interesados, el apoyo de la administración, la gestión del proyecto, los recursos de información y la experiencia del modelador (J. Mendling, 2010).
- **Propuestas para mejorar la práctica de modelación:** los flujos de trabajo mencionados anteriormente poseen beneficios significativos, pero pueden resultar demasiado abstractos para ser aplicados tanto por académicos como por modeladores. Sin embargo, las directrices prácticas representan una guía determinante para la calidad de los diagramas porque están dirigidas a los modeladores y se encuentran a un bajo nivel de abstracción, lo que posibilita su adopción en la práctica (Flavio Corradini, 2017; J. Mendling, 2010; Noriega Cadierno, 2015; Snoeckb, 2015).

Las buenas prácticas se inspiran y orientan hacia la mejora de la modelación de los procesos de negocio. Ellas suponen su adopción tanto por académicos como por modeladores en el ejercicio diario de modelación de procesos de negocio (Oca, 2015).

¿Qué directrices prácticas en el modelado de los procesos de negocio han sido divulgadas en los trabajos disponibles en la literatura?

En la creación de los modelos de procesos se deben respetar las construcciones definidas del lenguaje que se utiliza y hay que valerse de pautas que permitan homogenizar el trabajo realizado por varios modeladores, ya que resulta

complejo obtener una única interpretación. Una adecuada formación en relación al uso de un lenguaje de modelado no es determinante, es vital contar con herramientas que permitan verificar que los modelos sean correctos, no solo sintácticamente, sino semánticamente también. Existen buenas prácticas generales que trascienden los lenguajes en las que sean aplicadas. Su utilización tiende a mejorar la comprensión de los modelos, así como a reducir los errores que se deriven de estos. Uno de los trabajos más citado en la literatura (J. Mendling, 2010), define Siete Guías para el Modelado de Procesos (7PMG²):

- G1: Disminuir la cantidad de elementos en un modelo, ya que su tamaño incide negativamente en su comprensión.
- G2: Reducir los caminos posibles de cada elemento, ya que cuanto más grande es el número de entradas y salidas que tiene un elemento resulta más difícil de entender.
- G3: Indicar, en la medida de lo posible, un único elemento de inicio y un único elemento final en cada proceso.
- G4: Modelar de la forma más estructurada posible, balanceando las compuertas de decisión utilizando las compuertas como paréntesis: una para abrir en los caminos posibles y otra de cierre para unirlos nuevamente.
- G5: Evitar el uso de compuertas OR, ya que los modelos que contienen solo compuertas AND y XOR en general contienen menos errores.
- G6: Utilizar etiquetas de tipo verbales para definir las acciones de las tareas, por ejemplo, analizar documentación en vez de análisis de documentación.
- G7: Descomponer el modelo si tiene más de 50 elementos, utilizando, por ejemplo, sub-procesos para hacer más comprensible el modelo general.

Las guías descritas tienen dos limitaciones según los autores, la primera es que no se relacionan con el contenido del modelo del proceso, estas se definieron para la organización y la representación del contenido. La segunda limitación se la atribuyen a la priorización para su aplicación, definida de una pequeña base empírica con la participación de veintiún modeladores de procesos. A partir de la publicación y talleres realizados sobre la propuesta se consideró que se podían crear directrices adicionales.

² Por sus siglas en inglés, *Seven Process Modeling Guidelines*.

Otro de los trabajos también enfocado en mejorar los modelos de procesos de negocio, es el reporte técnico (Moreno-Montes de Oca & Snoeck, 2014), definido en el marco de la tesis doctoral (Oca, 2015). La autora propone 50 directrices de calidad para modelos de procesos de negocio, diseñadas para mejorar la calidad de los modelos en cuanto a la representación visual y a la complejidad general. Las directrices están divididas en cuatro dimensiones más específicas: estilo de etiquetas, diseño, tamaño y morfología. Además, se clasifican según una estructura taxonómica definida por la autora, que fueron extraídas a partir de otras directrices que se encontraban de forma implícita y explícita en la literatura. La estructura taxonómica sobre las directrices de calidad de modelos de procesos de negocio es representada en la Figura 2:

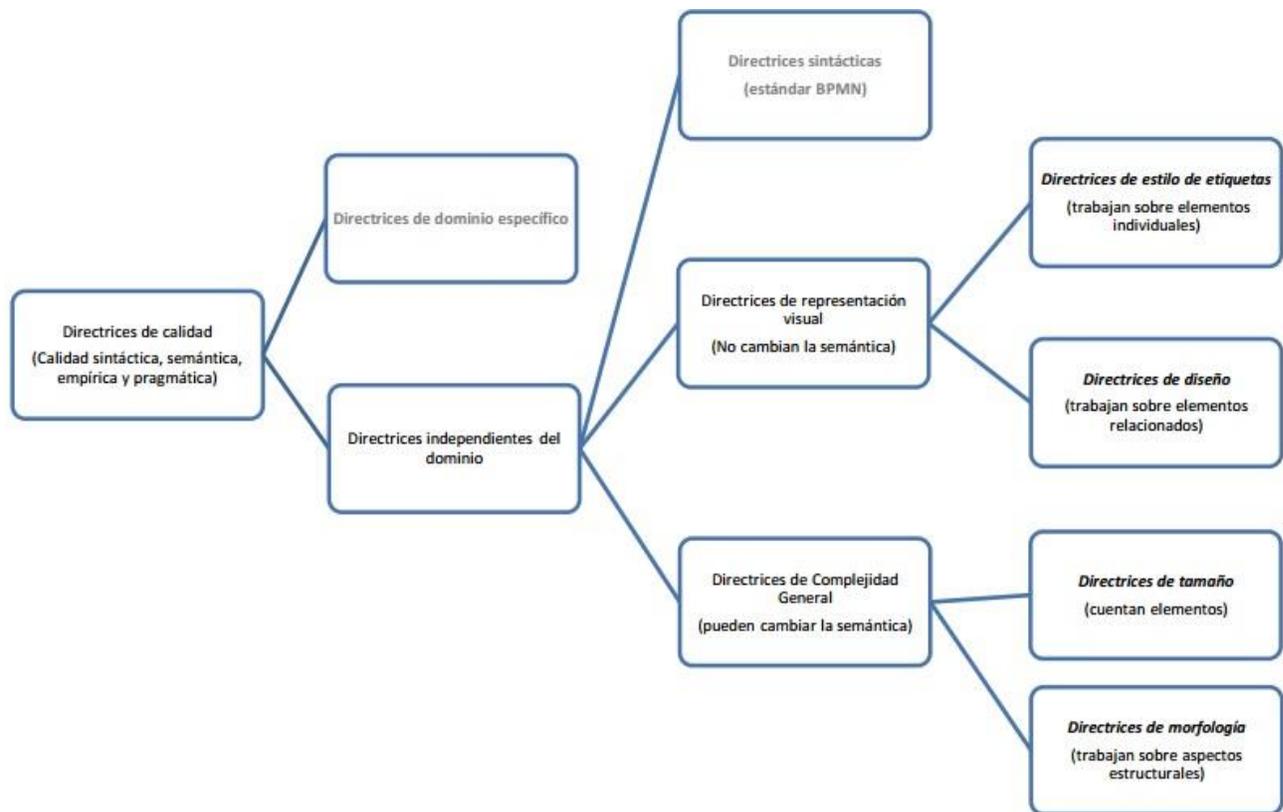


Figura 2. Estructura taxonómica de Directrices de Calidad (Oca, 2015)

Las taxonomías son herramientas que permiten organizar el conocimiento. En la estructura representada anteriormente, según la autora no se puede asegurar que contenga todas las directrices que puedan existir. Las directrices de complejidad general pueden cambiar la semántica de los modelos porque trabajan sobre aspectos estructurales. En el caso de las directrices del dominio específico y las sintácticas propias del lenguaje que se

representan, no se tuvieron en cuenta en la investigación. Estas directrices resultan de interés para la verificación semántica de los modelos. Las primeras se refieren al dominio del negocio que se modela y las sintácticas al uso correcto del lenguaje de modelado, ambas están relacionadas al resto de las directrices propuestas en la taxonomía.

(Corradini et al., 2017) realiza una revisión sistemática sobre el tema. En esta revisión se proponen cincuenta pautas de modelado sobre la comprensibilidad de modelos BPMN³ para diagramas de colaboración y que están detalladas en la guía (Flavio Corradini, 2017), donde son descritas cada una de ellas según el ejemplo que se muestra en la Figura 3. Estas fueron definidas a partir de un conjunto de pautas tomadas de ochenta y nueve fuentes disponibles en la literatura. También se recopilan un conjunto de métricas y umbrales que se han definido para algunas de las directrices. El marco de calidad que proponen permite identificar modelos con problemas de comprensibilidad. Proporcionan una herramienta de código abierto llamada BEBoP⁴ para verificar treinta y siete de las cincuenta pautas definidas, las cuales se agrupan en: general, notación, etiquetado, patrones y apariencia. Según los autores la herramienta propuesta se ofrece como un servicio y se puede integrar fácilmente en cualquier herramienta de modelado.

³ Modelado y Notación de Procesos de Negocio. Por sus siglas en inglés, *Business Process Model and Notation*.

⁴ Por sus siglas en inglés, *understandability Verifier for Business Process models*.

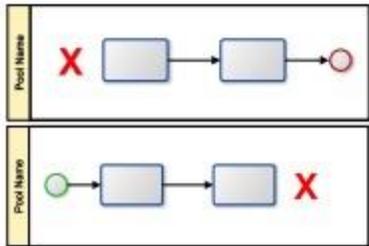
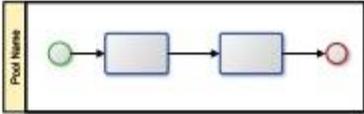
Guideline Name	Guideline ID
Use start and end events explicitly	12
	  Start Event End Event
Description	
The designer should explicitly make use of start and end events. The use of start and end events is necessary to represent the different states that begin and complete the modeled process. Processes with implicit start and end events are undesirable and could lead to misinterpretations.	
Source	
44 , 11 , 7 , 8 , 45 , 35 , 46	
Associated Metrics and	
$explicitStartEndEvents(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } TNSE > 0 \wedge TNEE > 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$ <p>where: $x \in \text{Events} \wedge TNSE$ is the total number of start events $\wedge TNEE$ is the total number of end events.</p>	
Convention on the modeling	
Bad Modeling 	Good Modeling 

Figura 3. Definición de la directriz con ID 12 referente a la utilización explícita de Evento de inicio y Evento de fin (Flavio Corradini, 2017)

Las directrices prácticas tiene asociadas métricas de calidad y umbrales que se deben tener en cuenta para la medición de la calidad de los modelos (Flavio Corradini, 2017; Laura Sánchez González, 2010). La utilización de las buenas prácticas durante el modelado y su evaluación mediante métricas permiten obtener información sobre la calidad de los modelos creados.

¿A qué características de calidad responden las directrices prácticas que se han definido en la literatura y qué aplicaciones han tenido?

El modelo de aseguramiento de la calidad (Sadowska, 2015) define una estructura jerárquica representada en la Figura 4 que muestra las características y subcaracterísticas de los modelos que utilizan BPMN, está basada en la norma ISO/IEC 25000. Las características de calidad: correctitud, integridad, modificación, complejidad y capacidad de comprensión fueron extraídas como características relevantes para los modelos BPMN de la literatura. Las características se dividieron en subcaracterísticas: correctitud sintáctica, correctitud semántica, integridad de la información, consistencia, acorde al objetivo del negocio, capacidad de cambio, reutilización y extensibilidad, abreviación y simplicidad, comprensibilidad del usuario y estética del modelo. Varias subcaracterísticas se consideran según el modelo difíciles de medir como: correctitud semántica, completitud de la información, consistencia y acorde al objetivo, de las cuales no se han definido ni métricas ni criterios para su medición.

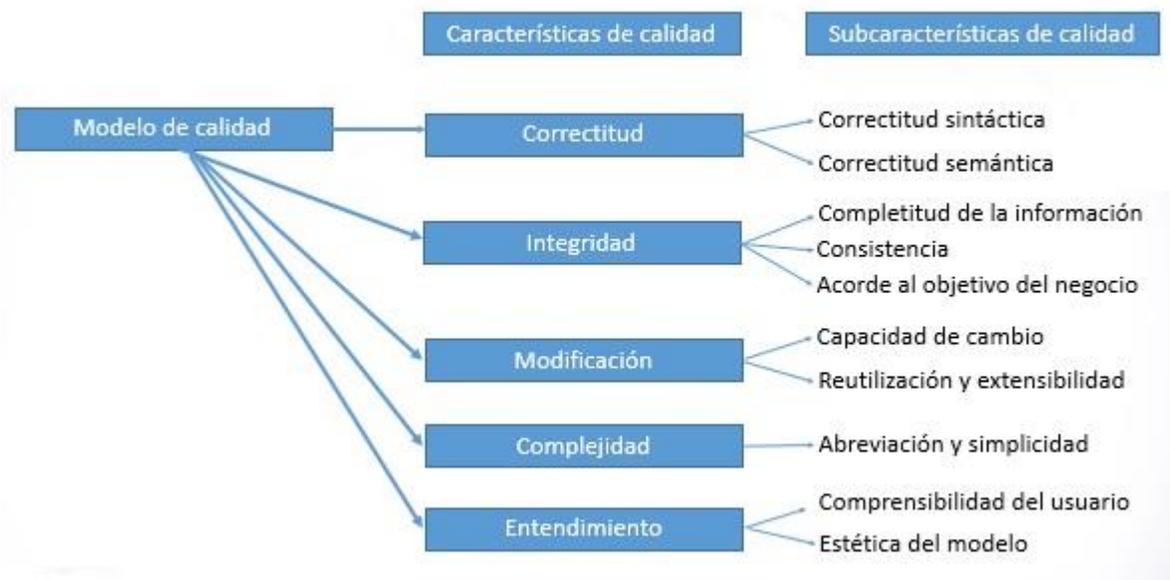


Figura 4. Modelo de aseguramiento de la calidad (Sadowska, 2015)

El papel de las subcaracterísticas es desglosar la generalidad de las características y especificarlas concretamente en el contexto del modelado de procesos de negocios. A continuación, en la Tabla 1 se describen las subcaracterísticas.

Tabla 1 Características, subcaracterísticas y descripciones

Características	Subcaracterísticas	Descripción
Correctitud	Correctitud sintáctica	El modelo BPMN es sintácticamente correcto si todos los términos se utilizan de acuerdo con las reglas de sintaxis de la notación BPMN.
	Correctitud semántica	Es semánticamente correcto si corresponde al dominio y a la realidad de la situación analizada.
Integridad	Completitud de la información	Incluye todas las características relevantes del dominio.
	Consistencia	El modelo no presenta contradicciones y los conceptos del dominio están adecuadamente representados en el modelo.
	Acorde al objetivo del negocio	Cumple los objetivos originales de por qué fue creado.
Modificación	Capacidad de cambio	Soporte a cambios o mejoras en los modelos.
	Reutilización y extensibilidad	Permita el soporte del modelo que se utilizará, tanto en la creación de nuevos modelos o este sea extendido con nuevos términos.
Complejidad	Abreviación y simplicidad	Utiliza el menor número posible de elementos para su representación.
Entendimiento	Comprensibilidad del usuario	Es comprensible para los usuarios, usuarios humanos y herramientas.
	Estética del modelo	Cuando la organización del modelo BPMN es agradable, mejora la apariencia y facilita su comprensión.

Las directrices definidas en la literatura científica permiten mejorar u obtener modelos de procesos de negocio con mayor calidad, los autores las agrupan por diversos criterios. Las principales características de calidad en las que se enfocan estas directrices son: comprensión, complejidad, capacidad de modificación y correctitud. Las cantidades de directrices definidas por criterios en cada uno de los trabajos se representan en la Tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de directrices definidas por cada uno de los criterios que definen los autores

Trabajos sobre directrices	Criterios	Estilo de etiquetas	Diseño	Tamaño	Morfología	General	Notación	Patrones	Apariencia
(J. Mendling, 2010)		1		1		5			
(Moreno-Montes de Oca & Snoeck, 2014)		9	15	10	16				
(Corradini et al., 2017)		14				9	16	3	8

Estos trabajos están relacionados entre sí, algunas de las pautas del trabajo (Corradini et al., 2017) se reutilizaron de los otros dos trabajos presentados en el estudio, demostrando un consenso acerca de utilización de las pautas o directrices prácticas definidas para la mejora de los modelos. En este último trabajo explican el por qué omiten, utilizan o agregan nuevas pautas, a partir de las que han sido definidas en (Moreno-Montes de Oca & Snoeck, 2014).

A partir de estos trabajos se han desarrollado marcos de trabajo que permiten a los modeladores verificar si los modelos son correctos. Estas directrices se han aplicado y utilizado en varias herramientas y marcos de trabajo. Por ejemplo, (Reyes García, 2016) propone la herramienta SAD_BPMN para evaluar la complejidad de los modelos de procesos de negocio BPMN mediante la aplicación de medidas de calidad a archivos de salida de herramientas de modelado, permitiendo evaluar los modelos de procesos de negocio y contribuyendo a su mejora. En (Júnior, 2016) se implementa un *plugin* para comprobar el uso de buenas prácticas del modelado en BPMN con soporte de una ontología, que permite verificar si los modelos no pierden integridad al ser extendidos a la ontología para representar el modelo. La utilización de este *plugin* puede contribuir a la identificación de problemas en el modelado, su utilización en un ambiente académico, puede ayudar a los alumnos de la disciplina de modelado a identificar posibles problemas en sus modelos, estos pueden estar sintácticamente y semánticamente correctos, y aun así presentar problemas en la calidad pragmática. Como se mencionó anteriormente, (Corradini et al., 2017) proporciona una herramienta llamada BEBoP para verificar treinta y siete de las cincuenta pautas que proponen. Esta herramienta ya comprobó una colección de modelos BPMN del mundo real proporcionada por la Iniciativa Académica de BPM con el objetivo de ver qué pautas se violan con más frecuencia en la práctica.

Conclusiones

- El análisis evidencia el creciente interés por la comunidad científica sobre la utilización de directrices prácticas para los modelos de procesos de negocio y su beneficio en el proceso de desarrollo de software.
- La utilización de las directrices prácticas permite alcanzar niveles de calidad en los modelos superiores, pues mejoran la comprensibilidad y logran una mayor correctitud.
- El análisis de las directrices prácticas permitió encontrar pautas o directrices que se puedan utilizar para verificar de manera automática la semántica de los modelos. A pesar de que se encontraron algunas definidas, estas están relacionadas a su estructura, no se encontró ninguna relacionada al dominio de los procesos.
- Las directrices encontradas se enfocan en lograr una mejor comprensibilidad estructuralmente y no con respecto al significado del contenido.

- Las principales características de calidad en la que se enfocan las directrices son: comprensión, complejidad, capacidad de modificación y correctitud. No se evidencian ni directrices ni métricas de la característica integridad, relacionada a los elementos relevantes del dominio que se representan mediante los modelos.

La investigación se dirige a un trabajo futuro encaminado a verificar la semántica del contenido de los modelos, pues los análisis de procesos se enfrentan al desafío de construir un modelo sintácticamente correcto y que refleje una correcta descripción del dominio. El logro de esta fase de formalización requiere que se tenga en cuenta la posibilidad de utilizar ontologías de dominio para modelar las relaciones y propiedades del contenido de los diagramas.

Referencias

- Aguilar-Saven, R. S. (2004). Business process modelling: Review and framework. *International Journal of production economics*, 90(2), 129-149.
- Ahmet Dikici, O., Onur Demirs. (2018). Factors influencing the understandability of process models: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 93, 112–129.
- Arias, J. J. M., & Calvache, C. J. P. (2016). Revisión sistemática de la integración de modelos de desarrollo de software dirigido por modelos y metodologías ágiles/Systematic review about the integration of model-driven software development and agile methodologies. *Informador Técnico*, 80(1), 87.
- Atkinson, C. (2002). *The Role of Metamodeling in MDA*. Paper presented at the International Workshop in Software Model Engineering, Germany.
- Bandara, W., Gable, G. G., & Rosemann, M. (2005). Factors and measures of business process modelling: model building through a multiple case study. *European Journal of Information Systems*, 14(4), 347-360.
- Barjis, J. (2008). The importance of business process modeling in software systems design. *Science of Computer Programming*, 71, 73–87.
- Becker, J., Rosemann, M., & Von Uthmann, C. (2000). Guidelines of business process modeling *Business Process Management* (pp. 30-49): Springer.
- Corradini, F., Ferrari, A., Fornari, F., Gnesi, S., Polini, A., Re, B., & Spagnolo, G. O. (2017). A Guidelines framework for understandable BPMN models. *Data & Knowledge Engineering*, 113, 129-154.
- de Oca, I. M.-M., Snoeck, M., Reijers, H. A., & Rodríguez-Morffi, A. (2015). A systematic literature review of studies on business process modeling quality. *Information and Software Technology*, 58, 187-205.
- Figl, K. (2017). Comprehension of procedural visual business process models. *Business & Information Systems Engineering*, 59(1), 41-67.

- Flavio Corradini, A. F., Fabrizio Fornari, Stefania Gnesi, Andrea Polini, Barbara Re, Giorgio Oronzo Spagnolo. (2017). Quality Assessment Strategy: Applying Business Process Modelling Understandability Guidelines. <http://puma.isti.cnr.it/linkdoc.php?Idauth=1&idcol=1&icode=2015-TR-034&authority=cnr.isti&collection=cnr.isti&langver=it>
- Genero, M., Fernández-Saez, A. M., Nelson, H. J., Poels, G., & Piattini, M. (2013). A systematic literature review on the quality of uml models *Innovations in Database Design, Web Applications, and Information Systems Management* (pp. 310-334): IGI Global.
- Isel Moreno Montes de Oca, A. R. M., Monique Snoeck, et al. (2014). Directrices prácticas y métricas de calidad en la modelación de procesos de negocio: un caso de estudio. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 8.
- Isel Moreno Montes de Oca, M. S., Hajo A. Reijersc, Abel Rodríguez Morffi. (2015). A systematic literature review of studies on business process modeling quality. *Information and Software Technology*, 58, 187-205.
- Islay Davies, P. G., Michael Rosemann, Marta Indulska, Stan Gallo. (2006). How do practitioners use conceptual modeling in practice? *Data & Knowledge Engineering*, 58(3), 358-380.
- J. Mendling, H. A. R., W.M.P. van der Aalst Barjis, Joseph. (2010). Seven process modeling guidelines (7PMG). *Information and Software Technology*, 52, 127–136.
- James Nelson, G. P., Marcela Genero, Mario Piattini. (2012). A conceptual modeling quality framework. *Software Qual J*, 201-228.
- Jean Carlos Guzmán, F. L., Alfredo Matteo. (2013). Del Modelo de Negocio a la Arquitectura del Sistema Considerando Metas, Aspectos y Estándares de Calidad. *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software* 3, 19-37.
- Júnior, V. H. G. (2016). *Utilização de Ontologias para Certificação de Boas Práticas em Modelagem de Processos de Negócio*. (Mestre), Universidad de Federal Do Rio Grande Do Sul, Brasil.
- Laura Sánchez González, F. G., Jan Mendling, Francisco Ruiz, Mario Piattini. (2010). *Prediction of business process model quality based on structural metrics*. Paper presented at the International Conference on Conceptual Modeling.
- Leung F, B. N. (2005). *Analyzing the quality of domain models developed by novice systems analysts*. Paper presented at the Proceedings of the 38th annual Hawaii international conference on system sciences.
- Lindland, O. I., Sindre, G., & Solvberg, A. (1994). Understanding quality in conceptual modeling. *IEEE software*, 11(2), 42-49.
- Marlon Dumas, M. L. R., Jan Mendling, Hajo A. Reijers. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Austria: Springer.
- Martínez, N. S. (2014). *MÉTODO PARA LA TRANSFORMACIÓN AUTOMATIZADA DE MODELOS DE PROCESOS DE NEGOCIO A MODELOS DE COMPONENTES PARA SISTEMAS DE GESTIÓN EMPRESARIAL*. (Doctoral), Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

- Mendling, J. (2008). *Metrics for process models: empirical foundations of verification, error prediction, and guidelines for correctness* (Vol. 6): Springer Science & Business Media.
- Mendling, J. (2009). Empirical Studies in Process Model Verification. *Springer Berlin Heidelberg, 5460*, 208-224.
- Moreno-Montes de Oca, I., & Snoeck, M. (2014). Pragmatic guidelines for business process modeling. In T. R. 2592983 (Ed.). KU Leuven: Faculty of Economics and Business.
- Noriega Cadierno, C. d. I. C. (2015). *Estudio sobre el efecto de directrices prácticas en la calidad de modelos de procesos de negocio*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- O'Neill, P., & Sohal, A. S. (1999). Business Process Reengineering A review of recent literature. *Technovation, 19*(9), 571-581.
- Oca, I. M. M. d. (2015). *Patrón y clasificación taxonómica para directrices prácticas en modelos de procesos de negocio*. (Doctoral), UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS, Santa Clara, Cuba.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). *Systematic Mapping Studies in Software Engineering*. Paper presented at the EASE.
- Recker, J., Rosemann, M., Indulska, M., & Green, P. (2009). Business process modeling-a comparative analysis. *Journal of the Association for Information Systems, 10*(4), 1.
- Reyes García, F. (2016). *Herramienta para la aplicación de directrices de complejidad a modelos de procesos de negocios*. (Maestría), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Sadowska, M. (2015). An approach to assessing the quality of business process models expressed in BPMN. *e-Infomatica Software Engineering Journal, 9*(1).
- Samira Si-Said, S. A., Isabelle Comyn. (2013). Improving Business Process Model Quality Using Domain Ontologies. *J Data Semant, 2*(), 75-87. doi: 10.1007/s13740-013-0022-4
- Snoeckb, I. M. M. d. O. M. (2015). Pragmatic guidelines for business process modeling: KU Leuven, Faculty of Economics and Business, Department of Decision Sciences and Information Management.