

EVALUANDO TÉCNICAS DE MODELADO DE METAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL NEGOCIO



ASSESSING GOALS MODELLING TECHNIQUES FROM THE POINT OF VIEW OF BUSINESS STRATEGIC PLANNING

AUTORA

MAYELA DELGADO HERRERA
Ingeniera en Información
Esp. en Telemática e Informática
aplicada en la Educación a Distancia
MSc. en Administración de Empresas
(mención Gerencia)
*Universidad de Carabobo
Docente Investigador
Facultad de Ingeniería –
Departamento de Computación
mdelgadoh@uc.edu.ve
VENEZUELA

AUTOR

ALFREDO MATTEO LA ROCCA
Licenciado en Computación
PhD. en Ciencias de la
Computación
**Universidad Central de
Venezuela
Docente Investigador
Facultad de Ciencias – Escuela de
Computación
alfredojose.matteo@gmail.com
VENEZUELA

AUTORA

FRANCISCA LOSAVIO DE ORDAZ
Licenciada en Computación
MSc. en Ciencias de la
Computación
PhD. en Ciencias de la
Computación
**Universidad Central de Venezuela
Docente Investigador
Facultad de Ciencias – Escuela de
Computación
francislosavio@gmail.com
VENEZUELA

*INSTITUCIÓN

Universidad de Carabobo
UC
Universidad Pública
Av. Bolívar Norte – Valencia,
Estado Carabobo
direccionpostgradoinguc@gmail.com
VENEZUELA

**INSTITUCIÓN

Universidad Central de Venezuela
UCV
Universidad Pública
Av. Los Ilustres, Ciudad Universitaria –
Caracas, Distrito Capital
postgrado.computacion@ciens.ucv.ve
VENEZUELA

INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN O DEL PROYECTO: El contenido de este artículo es parte de los resultados obtenidos en el desarrollo de la tesis doctoral denominada "Proceso de Ingeniería de Requisitos Orientado a Metas y Aspectos, Dirigido por la Planificación Estratégica del Negocio", llevada a cabo por la investigadora Mayela Delgado Herrera, bajo la dirección y coordinación del Dr. Alfredo Matteo y de la Dra. Francisca Losavio.

RECEPCIÓN: Enero 18 de 2017

ACEPTACIÓN: Marzo 26 de 2017

TEMÁTICA: Marcos de Trabajo y Desarrollo de Requisitos de Sistemas y Software.

TIPO DE ARTÍCULO: Artículo de Investigación Científica e Innovación

Forma de citar: Delgado, M., Matteo, A., Losavio, F. (2017). Evaluando técnicas de modelado de metas desde el punto de vista de la planificación estratégica del negocio. En R, Llamosa Villalba (Ed.). Revista Gerencia Tecnológica Informática, 16(44), 49-63. ISSN 1657-8236.

RESUMEN ANALÍTICO

La orientación a metas ha hecho importantes aportes a la Ingeniería de Requisitos. Las metas refinan la visión global del negocio, exponen el valor de un sistema/software y proporcionan la fundamentación para su desarrollo. No obstante, las bondades obtenidas de la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas no garantizan que los sistemas de software estén alineados con la estrategia del negocio, ni que contribuyan efectivamente a la proposición de valor. Como un medio para mejorar esta situación se plantea la utilización de la Planificación Estratégica en el direccionamiento de la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas, considerando que en este proceso se establecen las metas de más alto nivel y las estrategias del negocio. Dada la existencia de un grupo diverso de técnicas orientadas a metas, el objetivo de esta investigación es evaluar las técnicas de mayor difusión con el fin de determinar cuál satisface en mayor grado los requisitos de un proceso de Ingeniería de Requisitos dirigido por la Planificación Estratégica. La evaluación realizada se basó en el Análisis de Características propuesto por Kitchenham. El grupo de características establecido persigue examinar la capacidad de las técnicas para: (1) el modelado de los conceptos básicos de la Planificación Estratégica, y (2) la representación de metas en diferentes niveles de abstracción y sus interrelaciones.

PALABRAS CLAVES: Orientación a Metas, Ingeniería de Requisitos, Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas, Planificación Estratégica.

ANALYTICAL SUMMARY

Goal orientation has made important contributions to Requirements Engineering. Goals refine the overall vision of business, expose the value of a system/software and provide the rationale for its development. However, the benefits obtained from Goal-oriented Requirements Engineering do not guarantee the strategic alignment of software systems nor do they effectively contribute to the value proposition. As a means to improve this situation, it is proposed the use of Strategic Planning for driving Goal-oriented Requirements Engineering, considering that this process defines the business highest level goals and strategies. Given the existence of a diverse group of goal-oriented techniques, the objective of this research is to assess the most widely used techniques in order to determine which one meets, in a higher degree, the requirements of a Strategic Planning-driven Requirements Engineering process. The evaluation was based on the Kitchenham's Feature Analysis. The specified set of features pursues to examine the ability of the techniques for: (1) modelling the basic concepts of Strategic Planning, and (2) representing of goals at different levels of abstraction and their interrelationships.

KEYWORDS: Goal orientation, Requirements Engineering, Goal-oriented Requirements Engineering, Strategic Planning.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas concernientes al desarrollo de software está relacionado con la brecha de valor del software [1], lo que evidencia la necesidad de asegurar un aporte efectivo de los sistemas de software a las metas y estrategias del negocio. El estudio presentado en [1] destaca la necesidad de enfocar los sistemas de software, desde etapas tempranas del ciclo de desarrollo, hacia la generación de valor [2]. Tal situación demanda que en la Ingeniería de Requisitos [3] se vinculen los objetivos de los sistemas de software

a las metas de alto nivel y estrategias del negocio, destacando su contribución a la proposición de valor [4]. Esto indica que desde la Ingeniería de Requisitos se debe abordar la alineación estratégica de los sistemas de software ([5], [6]).

Las técnicas tradicionales de la Ingeniería de Requisitos se concentran, primordialmente, en procesos y datos, y no capturan la fundamentación de los sistemas de software [7]. Esto dificulta la comprensión de los requisitos dentro del contexto de intereses de alto nivel en el problema del dominio. Sin embargo, un paradigma

más reciente como la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas [8] ofrece una solución a esta situación debido a que las metas refinan la visión global del negocio, exponen el valor de un sistema/software y proporcionan la fundamentación para su desarrollo ([8], [9]). Pohl [9] define una meta como una intención sin hacer referencia a las propiedades o uso del sistema de software. En [10] se establece que una meta es un fin general que debe ser alcanzado y es de naturaleza cualitativa; también se especifica que el término objetivo representa la cuantificación (si es posible) o una declaración más precisa de una meta. Para la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas el vocablo meta engloba ambos conceptos (meta y objetivo).

No obstante, a pesar del aporte significativo de la orientación a metas [8], en la Ingeniería de Requisitos no se puede asegurar el soporte efectivo a las metas de alto nivel y estrategias, lo cual incide negativamente en la alineación estratégica de los sistemas de software y en su contribución a la proposición de valor del negocio.

Como respuesta a esta problemática se propone la integración de la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas con la Planificación Estratégica. La Planificación Estratégica representa un dominio extenso en el mundo de los negocios; sin embargo, para efectos de este trabajo lo importante es destacar que es un proceso en el cual se establecen las metas de más alto nivel y las estrategias del negocio.

La integración de la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas y la Planificación Estratégica persigue los siguientes objetivos:

- Vincular explícitamente las metas de un sistema/software con las metas y/o estrategias organizacionales. Este enlace facilita el análisis de contribución de una solución a metas y/o estrategias específicas.
- Soportar el análisis de las estrategias mostrando su descomposición en metas y cursos de acción más concretos. En este análisis también se incluye la evaluación de cursos de acción alternativos.

Adicionalmente, el uso de una sola notación para el modelado de estrategias y de metas facilita la comunicación con las partes interesadas (stakeholders) y, por lo tanto, respalda la negociación en caso de conflictos e interacciones entre metas.

Es necesario tomar en cuenta que la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas y la Planificación Estratégica son procesos independientes y difieren en sus objetivos primarios. La primera persigue generar el conjunto de requisitos que definirán las propiedades de

un sistema/software. La segunda establece la dirección hacia donde se deben canalizar las actividades y procesos de una organización. Sin embargo, con la integración de ambos procesos se busca obtener un efecto sinérgico derivado de la complementariedad entre ellos. La Planificación Estratégica amplifica el alcance de la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas señalando las estrategias y metas organizacionales a las cuales debe aportar un sistema/software, lo cual contribuye a clarificar su rol dentro de la organización, evidenciando su colaboración en la creación de valor. Por su parte, el razonamiento aplicado en la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas apoya el análisis de las estrategias ayudando a concretar los cursos de acción y las metas establecidas en la Planificación Estratégica sin necesidad de entrar en detalles específicos relativos a su implementación.

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia centrada en el desarrollo de un modelo de proceso de Ingeniería de Requisitos orientado a metas y dirigido por la Planificación Estratégica, que tiene por propósito: (1) enfocar los sistemas de software desde etapas tempranas del desarrollo hacia su alineación con las metas de más alto nivel y estrategias, (2) contribuir al modelado de las estrategias, y (3) representar en el modelado las interrelaciones entre las metas correspondientes a los niveles de dirección y gestión del negocio, y las metas de los sistemas de software.

El análisis y modelado de metas constituye la columna vertebral del proceso de Ingeniería de Requisitos mencionado previamente; de ahí que se consideró pertinente establecer como paso inicial la selección de una técnica de Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas, la cual se integraría en el diseño del proceso, y en etapas posteriores se adaptaría para extender el modelado de metas mediante la incorporación de los conceptos básicos de la Planificación Estratégica.

Dada la existencia de un grupo diverso de técnicas dentro de Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas, en esta investigación se establece como objetivo principal la evaluación de las técnicas de mayor difusión en el campo de la Ingeniería del Software ([7], [8], [11], [12]), con el fin de determinar cuál de ellas ofrece mejor soporte al modelo de proceso de Ingeniería de Requisitos que se plantea desarrollar posteriormente.

En este trabajo se va a utilizar el término técnica para englobar las acepciones: técnica (propriadamente dicha) y método. La primera acepción (técnica) hace referencia a las especificaciones de una notación utilizada para el modelado; y la segunda (método), alude a una notación sustentada en un proceso que dirige sistemáticamente el modelado.

Las técnicas seleccionadas para la evaluación fueron: KAOS (Knowledge Acquisition in autOmedated Specification of Software) [13], NFR Framework (Non-Functional Requirements Framework) [14], I* (I-Star) [15], GBRAM (Goal-based Requirements Analysis Method) ([16], [17]), Tropos [18], GRL (Goal-oriented Requirements Language) [19] y URN (User Requirements Notation) [20].

Este estudio aplica los principios del Análisis de Características propuesto por Kitchham [21], el cual sugiere la definición de un grupo de características que deben evaluarse para determinar si una técnica, método, herramienta o producto de la Ingeniería del Software se ajusta a un conjunto específico de necesidades. La evaluación de una técnica consistió en determinar para cada característica especificada el grado de conformidad. Al finalizar se obtuvo una puntuación global por técnica, donde el mayor valor corresponde a la que mejor se ajustó a los requisitos establecidos.

Esta investigación resulta de la extensión del trabajo presentado en [22], donde se efectúa la evaluación de técnicas de Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas considerando su capacidad para el modelado de metas en diferentes niveles de abstracción. Los niveles de abstracción considerados en [22] fueron: Corporativo, Negocio, Operativo, Sistema y Software. El nivel Corporativo se refiere a las metas relacionadas con la gestión global de una organización y/o las áreas de negocio en las que se participa o se desea participar. El nivel de Negocio incluye las metas relativas al aprovechamiento de las capacidades estratégicas y a la forma en que se compite o se espera competir en áreas específicas. El nivel Operativo comprende las metas vinculadas a la gestión de la organización, pueden estar asociadas al diseño de los procesos y/o a la definición de roles de los actores organizacionales. Las metas del nivel Sistema establecen el comportamiento del sistema y sus interacciones. En el nivel de Software, las metas especifican el funcionamiento del producto de software y la forma en que se espera ejecute los servicios requeridos.

El presente estudio amplía el alcance de la evaluación realizada en [22], incluyendo la definición de un conjunto de características a ser medidas cuyo análisis persigue examinar la aplicabilidad de cada técnica en un modelo de proceso de Ingeniería de Requisitos que integre en el modelado los conceptos básicos de la Planificación Estratégica. Aunque durante la revisión de las publicaciones relacionadas no se encontró un estudio con los mismos objetivos, se identificaron algunos trabajos que utilizan la orientación a metas para el análisis de la alineación estratégica, y otros que realizan estudios comparativos de diferentes técnicas orientadas

a metas para evaluar su uso en contextos específicos. A continuación se resumen las investigaciones más relevantes para este trabajo.

Respecto a la aplicación de la orientación a metas en el análisis de la alineación estratégica de sistemas de software y el modelado de las estrategias, existen varios estudios relacionados, cuyo desarrollo se basó en la utilización de alguna de las técnicas que se evalúan en esta investigación. En [23] se propone un marco de trabajo denominado B-SCP, el cual direcciona el modelado de la estrategia y la alineación de los requisitos del software. Se apoya en los constructos del lenguaje de modelado de metas I* [15]; la selección de I* se basó en el reconocimiento que tiene esta técnica en la comunidad de investigación del área de Ingeniería de Requisitos. El trabajo desarrollado en [24] se enfoca en el modelado de requisitos y su validación contra la estrategia del negocio; aplica la metodología Tropos [18] y combina los modelos de metas con el Cuadro de Mando Integral [25], herramienta muy utilizada en la Planificación Estratégica; este estudio explora la capacidad de extensión de Tropos para apoyar el análisis del negocio y de la empresa. La investigación realizada en [26] propone la construcción de un modelo de alineación estratégica utilizando grafos GRL [19] para enlazar los requisitos de un producto de software con los objetivos del negocio; se seleccionó GRL por formar parte del estándar internacional URN [20].

En relación al análisis comparativo entre técnicas orientadas a metas, los investigadores reconocen que existen particularidades en cada técnica, por lo que los estudios se enfocan en determinar cuál es la técnica más apropiada para un entorno específico de modelado. La investigación presentada en [12] propone un marco de trabajo basado en cuatro dimensiones: uso, asunto, representación y desarrollo, utilizadas para definir los elementos a evaluar en cada técnica; por medio de este estudio se busca establecer lineamientos metodológicos para guiar la aplicación de las diferentes técnicas. El análisis realizado en [27] está dirigido a diferentes metodologías de modelado basado en I* [15], examinando el soporte brindado por cada una a la construcción de los modelos; los autores definieron un conjunto de criterios para llevar a cabo el análisis comparativo fundamentándose en trabajos relacionados con la evaluación de metodologías orientadas a agentes. En [28] la evaluación se concentra en determinar la adecuación de las técnicas al modelado de sistemas colaborativos, subrayando la importancia de la selección apropiada del enfoque de metas a ser utilizado en un proceso de Ingeniería de Requisitos. El análisis desarrollado se soporta en la evaluación de características planteada por Kitchenham [21], por medio de un "estudio de caso cualitativo".

El contenido de este trabajo fue organizado en cuatro secciones. En la sección 1 se explican brevemente los fundamentos de cada una de las técnicas seleccionadas para la evaluación. La sección 2 describe el conjunto de características que se van a evaluar. En la sección 3 se muestran los resultados de la evaluación de conformidad de las características para cada técnica y el análisis de los resultados. Por último, la sección 4 presenta las conclusiones obtenidas luego de examinar los resultados.

1. VISIÓN GENERAL DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS ORIENTADA A METAS A EVALUAR

Cada una de las técnicas seleccionadas para la evaluación – KAOS, NFR Framework, I*, GBRAM, Tropos, GRL y URN – constituye un aporte significativo en la evolución de la Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas.

KAOS es una técnica de modelado de metas que ha sido aplicada en múltiples proyectos académicos e industriales. Permite la generación de varios modelos complementarios que facilitan la trazabilidad entre las metas del sistema/software y los componentes arquitectónicos operacionales. Esta técnica, se ha ido enriqueciendo desde su origen con la incorporación de nuevos modelos y un conjunto de lineamientos y recomendaciones metodológicas ([7], [8], [9]).

El NFR Framework [14], representa el primer marco de trabajo concentrado en el modelado y análisis de los requisitos no funcionales (NFR – Non Functional Requirements). La relevancia del tratamiento de estos requisitos estriba en que condicionan y/o restringen el comportamiento del software, definiendo las propiedades de calidad requeridas en el sistema/software en forma global o en un conjunto específico de componentes, servicios y/o funciones ([8], [9], [14]). Los fundamentos del NFR Framework han aportado a otras técnicas orientadas a metas (I*, Tropos y GRL) mecanismos para evaluar y justificar alternativas de diseño considerando el impacto sobre los NFR relevantes a la situación que se modela ([7], [14]).

I* y sus derivadas, Tropos y GRL, representan las relaciones entre actores organizacionales, enfocándose en el análisis del contexto del sistema. Sus características han permitido aplicarlas en distintas áreas, tales como: Ingeniería de Requisitos, reingeniería de procesos de negocio, análisis de impacto organizacional y modelado de procesos de software ([7], [11], [15]).

GBRAM ([16], [17]), enfatiza el rol de las metas en la identificación, organización y justificación de requisitos.

GBRAM aporta un grupo de heurísticas que persiguen la obtención de un conjunto de metas que dirija la obtención y especificación de los requisitos del sistema/software ([11], [16], [17]).

URN [20] es un estándar internacional que integra metas y escenarios. Utiliza las bondades de GRL para el modelado de metas conjuntamente con una notación para escenarios, los Mapas de Casos de Uso, ofreciendo una notación visual integrada dirigida a mejorar las especificaciones de los requisitos ([20], [29]).

A continuación se presenta la concepción básica de cada técnica analizada.

1.1 KAOS

KAOS es un método para educir, especificar y analizar metas, requisitos, escenarios y asignaciones de responsabilidades. Se basa en cinco vistas complementarias [8]:

- La vista intencional. Refleja las metas funcionales y no funcionales del sistema y sus enlaces de contribución. Ayuda a identificar y comprender las razones que justifican un nuevo sistema. Incluye el análisis de riesgos.
- La vista estructural. Esta vista se enfoca en los objetos conceptuales utilizados en el sistema actual y el sistema futuro. Un objeto conceptual puede representar una entidad, un agente, una asociación o un evento.
- La vista de responsabilidad. Describe los agentes que forman el sistema, sus responsabilidades con respecto a las metas del sistema y sus interfaces para la comunicación.
- La vista funcional. Se enfoca en los servicios que el sistema debe proporcionar con la finalidad de operacionalizar las metas funcionales.
- La vista de comportamiento. Define los comportamientos requeridos para que el sistema satisfaga sus metas.

1.2 NFR FRAMEWORK

El NFR Framework se enfoca en la identificación, análisis y representación de los NFR ([14], [30]). Un NFR no describe lo que el software hará sino cómo lo va a hacer, actúa restringiendo la funcionalidad. Los NFR son difíciles de probar dado que su cumplimiento no puede determinarse de manera taxativa por lo que, usualmente, se evalúan subjetivamente [14]. El NFR Framework

presenta una propuesta sistemática para enfrentar las dificultades inherentes a los NFR y utilizarlos en el direccionamiento del proceso de desarrollo de software o parte de él [30].

1.3 I* (I-STAR)

I* (i-estrella) fue desarrollado para modelar y razonar acerca de los entornos organizacionales y sus sistemas de información. Incluye un lenguaje gráfico para el modelado de las relaciones estratégicas entre actores organizacionales [15]. El término actor se refiere a cualquier unidad semi-autónoma dentro de una organización, capaz de establecer relaciones con otros actores con un propósito definido [31]. En sus inicios esta técnica se orientó hacia las etapas tempranas de la Ingeniería de Requisitos [15]; también ha sido utilizada en la reingeniería de procesos de negocio y en el análisis de impacto en la organización [15].

1.4 GBRAM

GBRAM es un método enfocado en: (1) ayudar en la recopilación de las metas de la empresa y del software y (2) apoyar el proceso de descubrir, identificar, clasificar, refinar y elaborar las metas hasta la obtención de requisitos operacionales ([16], [17]). Su principal aporte es que provee heurísticas y lineamientos para identificar y construir metas [17]. Comprende un conjunto de actividades agrupadas en dos áreas principales: (1) el análisis de metas, que se enfoca en la identificación de las metas, su organización y clasificación; y (2) el refinamiento de metas, cuyo propósito es la obtención de los requisitos operacionales del sistema partiendo de las metas establecidas ([16], [17]).

1.5 TROPOS

Tropos es un método para el desarrollo de software orientado a agentes y centrado en la arquitectura, basado en dos características claves [18]: (1) el uso de conceptos a nivel del conocimiento, tales como agente, meta, plan y otros, a lo largo del ciclo de desarrollo de software y (2) la asignación de un rol pivote al análisis y especificación de requisitos durante el análisis del ambiente y del sistema a desarrollar [32]. Para el modelado adopta la notación de I*. Comprende cinco fases [32]:

- Requisitos tempranos. Durante esta fase se identifican las partes interesadas importantes y sus objetivos.
- Requisitos tardíos. Se enfoca en la descripción del sistema futuro dentro de su ambiente operacional.
- Diseño arquitectural. Se ocupa de la definición

global de la arquitectura en términos de subsistemas interconectados por medio de flujos de datos y control.

- Diseño detallado. Comprende la definición detallada de los componentes arquitectónicos en relación a las entradas, salidas, control y otra información relevante.
- Implementación. En esta fase las especificaciones obtenidas en el diseño detallado se transforman en una estructura para la implementación.

1.6 GRL

El Lenguaje de Requisitos Orientado a Metas (GRL) es un subconjunto de la Notación para Requisitos del Usuario (URN) utilizado para modelar y analizar requisitos, especialmente los NFR y atributos de calidad mediante la elaboración de grafos de metas ([20], [33], [34]). GRL combina elementos del NFR Framework y de I* para soportar el modelado de metas/agentes y el razonamiento en los modelos de metas.

1.7 URN

La Notación para Requisitos del Usuario (URN) es un lenguaje gráfico de modelado orientado a la educación, análisis, especificación y validación de requisitos. Es el primer estándar internacional que direcciona explícitamente, en una forma gráfica y unificada, metas y escenarios y sus interrelaciones ([33], [34]). Enfoca el modelado de metas hacia el manejo de los NFR y atributos de calidad, y el modelado de escenarios hacia los requisitos operativos, los requisitos funcionales y el razonamiento sobre la arquitectura y el rendimiento [36]. Para el modelado de metas, URN utiliza GRL, y para los escenarios emplea los Mapas de Casos de Uso (UCM – Use Case Maps) [33]. GRL permite capturar las metas del negocio o del sistema, las diferentes alternativas para alcanzar estas metas y la fundamentación (rationale) que sustenta la selección de metas y alternativas [33]. Los UCM son una notación visual basada en escenarios (representados por casos de uso) para describir relaciones causales entre responsabilidades de uno o más casos de uso (una responsabilidad es alguna cosa que se debe ejecutar: operación, acción, tarea, función, etc.) [33].

2. CARACTERÍSTICAS A EVALUAR EN LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS ORIENTADA A METAS

Para evaluar las técnicas de Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas se van a aplicar los principios del Análisis de Características propuesto por Kitchenham [21], el cual establece la definición de un conjunto de

características y/o propiedades que deben evaluarse para determinar si una técnica, método, herramienta o producto de la Ingeniería del Software se ajusta a un conjunto específico de necesidades. El método de evaluación utilizado se denomina Exploración Cualitativa o "Qualitative Screening" [21]. Según Kitchenham, las características a ser evaluadas son compuestas porque se va a determinar el grado en que cada técnica las soporta mediante una escala ordinal. La citada autora también indica que "cada característica compuesta debe estar acompañada de su importancia y una apropiada escala de valoración asociada con el grado de conformidad referente a una característica en particular" [21]; asimismo explica que la importancia de una característica se declara señalando si es obligatoria o solamente deseable. En este trabajo se definió la siguiente escala para medir la importancia de una característica: 2 – Obligatoria y 1 – Deseable. Con respecto al grado de conformidad, para cada característica se diseñó una escala específica de valoración.

Las características a evaluar reflejan los requisitos que debe satisfacer una técnica a fin de soportar el proceso de Ingeniería de Requisitos que se plantea desarrollar a posteriori (cuyos objetivos fueron presentados previamente).

A continuación se describen las características a evaluar y la escala establecida para determinar el grado de conformidad.

2.1 TAXONOMÍA DE METAS

Se refiere al esquema utilizado para clasificar las metas y describir su comportamiento ([8], [17]). Las taxonomías brindan soporte al proceso de refinamiento de metas. Para la medición del grado de conformidad de esta característica se definió la siguiente escala:

- 0: No soporta la característica.
- 1: Propone un esquema de taxonomía predefinido.
- 2: Además de proponer un esquema de taxonomía permite extender la taxonomía inicial y adaptarla a la situación en análisis.

2.2 MODELADO DE METAS FUNCIONALES Y METAS NO FUNCIONALES

Indica si el modelado permite representar y analizar metas funcionales y no funcionales. Las metas funcionales se refieren al comportamiento de la solución, y las no funcionales a las condiciones o cualidades necesarias para que la solución sea efectiva. La escala de conformidad establecida para esta característica es descrita a continuación:

- 0: No permite especificar si una meta es funcional o no funcional.
- 1: Reconoce esta clasificación, sin embargo, sólo permite el análisis y modelado de un solo grupo de metas; es decir, sólo se enfoca en metas funcionales o en metas no funcionales.
- 2: Permite el análisis y modelado de metas funcionales y metas no funcionales.

2.3 RECURSOS/MECANISMOS PARA EL REFINAMIENTO DE METAS

El refinamiento de metas permite obtener metas más concretas. Conduce al conjunto de requisitos que se deben satisfacer. También proporciona elementos para la trazabilidad, que faciliten la vinculación entre decisiones técnicas u operativas y los objetivos organizacionales. La escala de conformidad utilizada para evaluar esta característica es la siguiente:

- 0: No permite tratar con la diversidad, en naturaleza y alcance, de las diferentes metas que puedan estar relacionadas con la situación en análisis.
- 1: Proporciona recursos/mecanismos básicos para el refinamiento de metas. Es necesario recurrir a la utilización de otras técnicas de IR para: (1) complementar la descomposición de metas, y (2) vincular las decisiones de diseño y/o implementación y cada función del software con las metas establecidas.
- 2: Proporciona recursos/mecanismos robustos para el refinamiento de metas. Sin embargo, es necesario recurrir a la utilización de otras técnicas de IR para vincular las decisiones de diseño y/o implementación y cada función del software con las metas establecidas.
- 3: Proporciona recursos/mecanismos robustos para el refinamiento de metas. La técnica incluye la utilización de otras técnicas de IR para vincular las decisiones de diseño y/o implementación y las funciones de una solución con las metas establecidas.
- 4: Proporciona recursos/mecanismos robustos para el refinamiento de metas. El modelado con la técnica permite vincular las decisiones de diseño y/o implementación y las funciones de del software con las metas establecidas.

2.4 CAPACIDAD DE REPRESENTACIÓN DEL REFINAMIENTO DE METAS EN DIFERENTES NIVELES DE ABSTRACCIÓN

El manejo del nivel de abstracción facilita la trazabilidad y el análisis de contribución entre metas. En esta característica se pretende determinar la adecuación de la técnica para el modelado de metas en diferentes

niveles de abstracción. En [22] se identificaron cinco niveles de abstracción para las metas, estos son: Corporativo, Negocio, Operativo, Sistema y Software. Para una evaluación más precisa de esta característica se plantea dividirla en sub-características, cada una asociada a un nivel de abstracción. Las sub-características establecidas serán valoradas aplicando esta escala:

- 0: No soporta la representación de metas en el nivel de abstracción.
- 1: Soporta parcialmente la representación de metas en el nivel de abstracción.
- 2: Soporta la representación de metas en el nivel de abstracción pero no permite indicar explícitamente el nivel de abstracción de una meta.
- 3: Soporta la representación de metas en el nivel de abstracción permitiendo indicar explícitamente el nivel de abstracción de una meta.

Tomando en consideración que esta característica se dividió en sub-características, a cada una de ellas se le asignó un grado de importancia:

- Nivel Corporativo: 1 – Deseable.
- Nivel Negocio: 1 – Deseable.
- Nivel Operativo: 1 – Deseable.
- Nivel Sistema: 2 – Obligatoria.
- Nivel Software: 2 – Obligatoria.

2.5 MECANISMOS PARA EL MODELADO Y ANÁLISIS DE OBSTÁCULOS

El análisis de obstáculos contribuye a evaluar los factores de riesgo que pueden influir en que una meta no sea lograda/satisfecha total o parcialmente. Para esta característica se estableció la siguiente escala de medición:

- 0: No soporta la característica.
- 1: Proporciona un soporte parcial al análisis de obstáculos.
- 2: Proporciona lineamientos y constructos para abordar el análisis de obstáculos.

2.6 MECANISMOS PARA EL MODELADO Y ANÁLISIS DE CONFLICTOS ENTRE METAS

Se refiere a los elementos que permiten representar las interacciones negativas entre metas. La detección de conflictos implica que la satisfacción o logro de algunas metas afecta la satisfacción o logro de otras, lo cual conduce a establecer negociaciones entre las partes interesadas involucradas. Del análisis de conflictos se derivan cambios en el conjunto de metas que debe satisfacer la solución de software. La evaluación de

conformidad de esta característica se efectúa aplicando la siguiente escala:

- 0: No soporta la característica.
- 1: Proporciona soporte parcial para el modelado y análisis de conflictos entre metas.
- 2: Proporciona soporte total para el modelado y análisis de conflictos entre metas, permitiendo representar alternativas para mitigar las interacciones negativas.

2.7 MECANISMOS PARA EL MODELADO Y ANÁLISIS DE INTERRELACIONES ENTRE METAS

Entre las metas pueden existir otras relaciones aparte de las derivadas por medio de la descomposición de metas o del análisis de conflictos. Tales relaciones permiten mostrar como una meta puede ser influenciada por otra en forma positiva o negativa, directa o indirectamente. La evaluación de conformidad de esta característica utiliza esta escala:

- 0: No soporta la característica.
- 1: Proporciona soporte parcial para el modelado y análisis de interrelaciones entre metas.
- 2: Proporciona soporte total para el modelado y análisis de interrelaciones entre metas, permitiendo representar la influencia de una meta en otra y definir el tipo de influencia.

2.8 MECANISMOS PARA EL MODELADO Y ANÁLISIS DE INCUMBENCIAS TRANSVERSALES

Una incumbencia transversal o “crosscutting concern” es un asunto/interés que en su implementación no puede ser encapsulado en un solo elemento y se distribuye en los elementos de otros asuntos/intereses (concerns) [35].

Esta característica se refiere a la forma en que la técnica, en forma directa o mediante extensiones, aborda la transversalidad de determinados comportamientos. El análisis de las incumbencias transversales favorece el reconocimiento de elementos (generalmente, propiedades de calidad) que influyen paralelamente distintas funciones; esto puede incidir en la configuración de los componentes relacionados con la solución que se diseñe. Los mecanismos para el modelado de las incumbencias transversales ayudan al manejo de la complejidad en los grafos de metas. Para la medición de conformidad en esta característica se aplica la escala descrita a continuación:

- 0: No soporta la característica.
- 1: Existen extensiones que contribuyen parcialmente

al modelado y análisis de las incumbencias transversales.

- 2: Existen extensiones que soportan ampliamente el modelado y análisis de las incumbencias transversales.
- 3: La técnica incluye el modelado y análisis de las incumbencias transversales.

2.9 INTEGRACIÓN DE LOS MODELOS DE METAS CON OTRAS TÉCNICAS DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS QUE COMPLEMENTEN LA ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS

La técnica debe proporcionar lineamientos y/o mecanismos para integrar los modelos de metas con otros modelos derivados de técnicas complementarias. En la valoración de conformidad de esta característica se utiliza la siguiente escala:

- 0: No se propone la integración con otras técnicas.
- 1: Se definen lineamientos para integrar el modelado de metas con otras técnicas de modelado de la Ingeniería de Requisitos complementarias.
- 2: Se definen lineamientos y mecanismos precisos para integrar el modelado de metas con otras técnicas de modelado de la Ingeniería de Requisitos complementarias, haciendo énfasis en la trazabilidad entre modelos y definiendo explícitamente la contribución de cada enfoque de modelado utilizado.

2.10 SOFTWARE PARA EL MODELADO

Indica si existe algún software que contribuya al modelado basado en la técnica y si el producto se encuentra en uso actualmente. La escala definida para medir el grado de conformidad es la siguiente:

- 0: No se ha desarrollado software para soportar el modelado con la técnica.
- 1: Existe un producto de software desarrollado pero no está en vigencia.
- 2: Existe un producto de software actualizado que soporta parcialmente el modelado con la técnica.
- 3: Existe un producto de software actualizado que soporta totalmente el modelado con la técnica.

2.11 REPRESENTACIÓN DE ACTORES ORGANIZACIONALES

Hace referencia al uso de constructos que representen y/o identifiquen no sólo a las metas sino a quienes (personas o unidades organizativas) las originan o están involucrados con su cumplimiento. El propósito es

modelar las interacciones entre actores organizacionales y así reflejar la dinámica organizacional. La medición de conformidad aplica esta escala:

- 0: No soporta la característica.
- 1: Soporte parcial de la característica.
- 2: Permite representar los actores organizacionales vinculados a las metas establecidas.

2.12 CAPACIDAD DE EXTENSIBILIDAD PARA INCORPORAR CONCEPTOS PERTENECIENTES A LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA EN EL MODELADO DE METAS

Como parte del requisito de integrar el análisis de metas y el análisis de las estrategias, se necesita que la técnica permita el modelado de algunos conceptos relativos a la Planificación Estratégica, de ahí que se evalúe su capacidad para incorporar nuevos constructos y/o adaptar los existentes a nuevos requisitos en el modelado. Para esta característica la escala de conformidad establecida es la siguiente:

- 0: No soporta la característica.
- 1: La técnica ofrece limitadas opciones para incorporar nuevos constructos y/o adaptar los constructos existentes para el modelado de conceptos relativos a la Planificación Estratégica.
- 2: La técnica ofrece opciones para incorporar nuevos constructos y/o adaptar los constructos existentes para el modelado de conceptos relativos a la Planificación Estratégica, sin embargo, presenta algunas restricciones.
- 3: La técnica ofrece amplias opciones para incorporar nuevos constructos y/o adaptar los constructos existentes para el modelado de conceptos relativos a la Planificación Estratégica.

2.13 NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

Se relaciona con los estudios y/o trabajos llevados a cabo para unificar y estandarizar conceptos y procedimientos referentes al modelado con la técnica. Para medir el grado de conformidad de la característica se definió la escala especificada a continuación:

- 0: No se ha definido un estándar basado en la técnica.
- 1: Existe un estándar basado en la técnica.

2.14 PROCESO PARA GUIAR EL MODELADO

Hace referencia a la existencia de un proceso que guíe la ejecución sistemática del análisis y modelado de metas.

La valoración de esta característica se realiza por medio de la siguiente escala:

- 0: Sólo se dispone de algunos recursos metodológicos para el análisis y el modelado, tales como heurísticas, lineamientos, listas de chequeo, listas de recomendaciones, entre otros.
- 1: Posteriormente a la concepción de la técnica se han desarrollado diversos procesos complementarios para orientar el análisis y modelado.
- 2: La técnica dispone de un proceso establecido para guiar el análisis y modelado por sus autores y/o grupos interesados en compartir experiencias y unificar criterios para mejorar la práctica.

3. EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE REQUISITOS ORIENTADA A METAS

El procedimiento ejecutado para la evaluación de una técnica es el siguiente:

- A cada característica se le asigna un valor que mide el grado en que se cumple lo establecido en su enunciado.
- El valor asignado a una característica define el grado de conformidad de la técnica y se multiplica por la magnitud que indica la importancia de la característica, la cual se determina según la siguiente escala: 2, si es "Obligatoria", y 1, si es "Deseable".
- El producto del grado de conformidad obtenido en una característica por la importancia de la misma, se totaliza generando una puntuación final.
- La puntuación final se utiliza para calcular el porcentaje de conformidad de la técnica, considerando que la puntuación máxima que puede obtenerse es de 75. Esta magnitud resulta de calcular la puntuación final utilizando el valor máximo de la escala de medición de cada característica por la importancia definida para la misma, lo que significa que corresponde al 100% de conformidad.

La Tabla 1 muestra los resultados de la evaluación de las técnicas consideradas. La tabla incluye una columna que contiene la importancia de las características. En la columna "Max Conf" se muestra el valor máximo que se puede alcanzar en el grado de conformidad de una técnica para una característica determinada.

Al analizar los resultados se puede advertir que KAOS, Tropos y URN proporcionan mayor apoyo

en el refinamiento de metas (característica No. 3); estas técnicas complementan el análisis de metas con la aplicación de otros enfoques de Ingeniería de Requisitos, lo cual permite obtener mayor detalle de las necesidades de la organización y, de esta forma, validar las metas establecidas, asegurar la trazabilidad entre metas y decisiones de diseño y/o implementación, e identificar nuevas metas.

La técnica que obtuvo menor puntuación fue el NFR Framework, esto se debe a que sólo direcciona el análisis de los requisitos no funcionales; sin embargo, esta técnica ha influenciado notablemente a las otras. Cabe señalar que KAOS e I* en sus versiones actuales han incorporado las estrategias de evaluación y procedimiento de etiquetado, definidos en el NFR Framework, para apoyar el análisis de contribución entre metas. También I*, Tropos, GRL y URN incluyen en su análisis de metas el método de razonamiento y análisis de contribución entre metas propuesto en el NFR Framework.

En cuanto al manejo de los niveles de abstracción de las metas (característica No. 4) I*, Tropos, GRL y URN, proporcionan mejor soporte para modelar metas de alto nivel de abstracción como las correspondientes a los niveles Corporativo y Negocio; esto se debe a que sus conceptos básicos permiten representar elementos relacionados con la dinámica organizacional y no sólo los elementos asociados a los sistemas/software a desarrollar.

I*, Tropos, GRL y URN son técnicas que facilitan el modelado de la dinámica organizacional debido a que están dirigidas hacia el análisis de las intenciones y motivaciones de diferentes actores organizacionales y sus interrelaciones; también contribuyen a examinar el comportamiento de estos actores y razonar sobre la forma de alcanzar sus metas, lo cual proporciona los fundamentos para las soluciones que se plantean ante situaciones específicas. El enfoque de I*, Tropos, GRL y URN es la clave en la consideración de que estas técnicas son las que ofrecen mayor viabilidad para integrar el modelado de metas y la Planificación Estratégica y, de esta manera, cumplir los requisitos definidos al inicio de esta evaluación.

No obstante, URN es la técnica que obtuvo mejor puntuación en la evaluación de conformidad de las características consideradas relevantes para este estudio. Tomando en cuenta su porcentaje de conformidad (84,00 %), se concluye que es la técnica que mejor se ajusta a los requisitos establecidos.

TABLA 1. Evaluación de Técnicas de Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas – Cuadro Comparativo

Característica	Importancia	Max Conf	Grado de Conformidad						
			KAOS	NFR Framework	I*	GBRAM	Tropos	GRL	URN
1 Taxonomía de metas	2	2	1 [8]	1 [14]	1 [15] [31]	2 [16] [17]	1	1	1
2 Modelado de metas funcionales y metas no funcionales	2	2	2	1	2	0	2	2 [33]	2 [33]
3 Recursos/Mecanismos para el refinamiento de metas	2	4	4 [8]	0 [30]	2 [15] [31]	2 [17]	3 [32]	2	4 [33]
4 Capacidad de representación del refinamiento de metas en diferentes niveles de abstracción									
a. Nivel Corporativo	1	3	0	0	2	1	2	2	2
b. Nivel Negocio	1	3	0	0	2	1	2	2	2
c. Nivel Operativo	1	3	2	1	2	2	2	2	2
d. Nivel Sistema	2	3	2	1	2	2	2	2	2
e. Nivel Software	2	3	2	1	1	2	2	1	2
5 Mecanismos para el modelado y análisis de obstáculos de metas	2	2	2 [8]	1	1 [15] [31]	2	1	1	1
6 Mecanismos para el modelado y análisis de conflictos entre metas	2	2	1 [8]	2 [30]	2	2	2	2 [33] [34]	2
7 Mecanismos para el modelado y análisis de interrelaciones entre metas	2	2	1 [8]	2 [30]	2	1 [17]	2 [18] [32]	2	2
8 Mecanismos para el modelado y análisis de las incumbencias transversales	2	2	1 [36]	1 [40] [41]	2 [42] [43] [44]	0	1 [42] [43] [44]	2 [49] [50]	2 [49] [50]
9 Integración de los modelos de metas con otras técnicas de la Ingeniería de Requisitos que complementen la especificación de los requisitos	2	2	2	0	0	2 [16]	1 [18] [32] [47]	0	3
10 Software para el modelado	1	3	2 [37] [38] [39]	3 [39]	3 [45]	1 [46]	2 [48]	3 [51]	2 [51]
11 Representación de actores organizacionales	2	2	1	0	2	0	2	2	2
12 Capacidad de extensibilidad para incorporar conceptos pertenecientes a la Planificación Estratégica en el modelado de metas	2	3	1	0	3	0	3	3 [33] [50]	3 [33] [50]
13 Nivel de estandarización	1	1	0	0	0	0	0	1 [33]	1 [33]
14 Proceso para guiar el modelado	2	2	2 [8]	1 [30]	1 [15] [31] [45]	2 [16] [17]	2	1	1 [29] [34] [50]
Puntuación final = $\sum \text{Grado-de-Conformidad}_i * \text{Importancia}_i$		75	48	26	51	39	56	52	63
% de conformidad			64,00	34,67	68,00	52,00	74,67	69,33	84,00

A continuación se resumen las razones que justifican la selección de URN:

- Enfoque hacia el modelado organizacional (por derivar de I*) ([33], [34]).
- Soporte en un estándar internacional [33].
- Manejo explícito de los requisitos funcionales y de los requisitos no funcionales.
- Integración entre el modelado de metas y el de escenarios. La complementariedad entre el análisis de metas y el análisis de escenarios, proporciona mecanismos de refinamiento robustos y contribuye a la trazabilidad entre metas organizacionales y decisiones técnicas de diseño y/o implementación referidas a una solución determinada ([29], [34]).
- Capacidad de extensibilidad por medio de diferentes recursos: (1) metadatos; (2) enlaces URN (URN Links) de utilidad para apoyar: el refinamiento de metas y escenarios, la trazabilidad de requisitos, la composición de requisitos, entre otros propósitos; (3) mecanismos para el desarrollo de perfiles; y (4) uso de restricciones OCL (Object Constraint Language) ([29], [33]).
- Disponibilidad de herramienta de software actualizada para soportar el modelado [51].
- Orientación al modelado basado en incumbencias (concerns). El metamodelo de URN incluye el concepto de incumbencia, el cual permite agrupar elementos de los modelos URN. El manejo de incumbencias mejora la modularización de los modelos de metas [33].
- Disponibilidad de extensión para el manejo de las incumbencias transversales [50].

4. CONCLUSIONES

La naturaleza del análisis de metas constituye un medio apropiado para enfocar los sistemas de software como instrumentos efectivos que soportan la proposición de valor del negocio y el éxito de las estrategias. Sin embargo, es notorio que el modelado de metas no es una tarea sencilla ([8], [17]) y se incrementa su complejidad con la introducción de nuevos elementos, como en el caso de los conceptos básicos de la Planificación Estratégica. Por ello, se incluyeron en la evaluación características relacionadas con el soporte ofrecido para la organización y construcción de los modelos, tales como: (1) el manejo de las incumbencias transversales, (2) el nivel de estandarización de la práctica, y (3) la disponibilidad de un proceso para guiar el modelado.

El conjunto de características definido resume las necesidades que deben ser satisfechas por una técnica orientada a metas para soportar apropiadamente el desarrollo de un modelo de proceso de Ingeniería de Requisitos dirigido por la Planificación Estratégica. Estas características se establecieron después de una extensa investigación bibliográfica donde se revisaron diversos casos de aplicación de las técnicas evaluadas, y fueron validadas con los objetivos formulados para el proceso de Ingeniería de Requisitos a desarrollar en etapas subsiguientes a esta investigación. Para asegurar la validez del contenido y de los resultados de la evaluación se recurrió a la consulta de expertos, sin embargo, cabe mencionar que tal validación no fue exhaustiva y quedaría pendiente su aplicación de una manera más rigurosa.

La evaluación de las técnicas estuvo dirigida al estudio de los recursos y medios disponibles, pero también se enfocó en la capacidad de extensión, considerando la ampliación del alcance del modelado para incluir los conceptos básicos de la Planificación Estratégica, dado que es el dominio al que pertenecen los asuntos relacionados con las estrategias organizacionales.

En los resultados de la evaluación se observó que:

- Las técnicas que utilizan constructos para la representación de los actores organizacionales proporcionan mejor soporte al modelado de la dinámica del negocio.
- Existen puntos de proximidad entre el análisis de metas y el análisis de las estrategias, de ahí que, en algunas técnicas, es factible la adición de nuevos constructos, derivados de los conceptos básicos de la Planificación Estratégica, cuyo comportamiento es compatible con los fundamentos de estas técnicas.
- Las técnicas que se complementan con otros enfoques de modelado facilitan la trazabilidad entre la especificación operacional de los requisitos de una solución de software y las metas de alto nivel de la organización.
- El manejo de los niveles de abstracción favorece el análisis de metas apoyando el refinamiento y el estudio de la contribución entre metas. Lo anterior ayuda en el análisis de la alineación estratégica porque permite visualizar cómo las metas de un nivel apoyan a las de un nivel superior y cómo las metas de un nivel superior se descomponen en conjuntos de metas de mayor precisión.
- Los enfoques de las técnicas son producto de la evolución en el área, por ello se percibe, sobre todo en las versiones más actuales, la influencia recíproca entre ellas.

En la Tabla 1 se observa que el conjunto de técnicas conformado por I* y sus derivadas (Tropos y GRL) son las que mejor se ajustan a los requisitos establecidos. Sin embargo, la mayor puntuación la obtuvo URN, conformada por GRL y UCM, la cual es un estándar internacional que integra el modelado de metas y escenarios. Su extensibilidad es un elemento clave debido a que permite expandir su aplicación hacia otras áreas donde se necesite ejecutar el análisis del negocio, estén relacionadas o no con proyectos de Ingeniería del Software.

Con base a los resultados de la evaluación se está trabajando en una extensión de URN para integrar en el modelado de metas los conceptos básicos de la Planificación Estratégica. Esta extensión se utilizará para soportar un proceso de Ingeniería de Requisitos dirigido por la Planificación Estratégica que contribuya a direccionar los sistemas de software hacia la creación de valor y asegure su alineación estratégica.

En lo que respecta a futuras investigaciones es importante abordar los siguientes temas:

- Validación de la efectividad de URN en el modelado de estrategias.
- Aplicabilidad de URN en otros dominios del análisis del negocio.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pass, S. & Ronen, B. (2014). Reducing the Software Value Gap. *Communications of the ACM*, vol. 57, no. 5, pp. 80-87, May 2014.
- [2] Blair, A., Lail, J. B. & Marshall, S. (2017). Value Streams. Open Group Guide, prepared by The Open Group Architecture Forum Business Architecture Work Stream, Document Number G170. January 2017.
- [3] Zave, P. (1997). Classification of Research Efforts in Requirements Engineering. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 29, no. 4, pp. 315-321, December 1997.
- [4] Brown, G. (2009). Value Chains, Value Streams, Value Nets, and Value Delivery Chains. *BPTrends*, April 2009.
- [5] Kaplan, R. & Norton, D. (2004). *Strategy Maps. Executive Books Summaries*, vol. 26, no. 4 (2 parts) part 1, April 2004.
- [6] Armitage, H. & Scholey, C. (2006). *Using Strategy Maps to Drive Performance. Management Accounting Guideline* published by The Society of Management Accountants of Canada (CMA-Canada), The American Institute of Certified Public Accountants, Inc. (AICPA) and The Chartered Institute of Management Accountants (CIMA).
- [7] Lapouchnian, A. (2005). *Goal-oriented Requirements Engineering: An Overview of the Current Research. Depth Report*, University of Toronto, June 2005.
- [8] Lamsweerde, A. van. (2009). *Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications*. England: John Wiley & Sons Inc.
- [9] Pohl, K. (2010). *Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques*. Germany: Springer.
- [10] Johnson, G., Scholes, K. & Whittington, R. (2006). *Dirección Estratégica. 7th Edition*, Pearson Educación, S. A., Spain.
- [11] Kavakli, E. (1999). *Goal-driven Requirements Engineering: Modelling and Guidance*. Ph.D. thesis, University of Manchester, Manchester, United Kingdom.
- [12] Kavakli, E. & Loucopoulos, P. (2003). *Goal-driven Requirements Engineering: Evaluation of Current Methods*. 8th CAISE/IFIP8.1, International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design (EMMSAD '03), Velden, Austria, 16-17 June 2003.
- [13] Dardenne, A., Lamsweerde, A. van & Fickas, S. (1993). *Goal-directed Requirements Acquisition. Selected Papers of the Sixth International Workshop on Software Specification and Design (6IWSSD)*, M. Sintzoff, C. Ghezzi y G.-C. Roman (Eds.), Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, pp. 3-50, 1993.
- [14] Chung, L. (1991). *Representation and Utilization of Non-functional Requirements for Information System Design*. R. Anderson, J. A. Bubenko, Jr., A. Solvberg (Eds.), *Advanced Information Systems Engineering, Proc., 3rd Int.Conf. CAISE '91*, Trondheim, Norway, May, 13 - 15, 1991. Berlin: Springer-Verlag, 1991, pp. 5-30.
- [15] Yu, E. (1995). *Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering*. Ph.D. thesis, University of Toronto, Toronto, Canada, 1995.
- [16] Antón, A. (1996). *Goal-based Requirements Analysis. Proceedings of the 2nd International Conference on Requirements Engineering (ICRE '96)*. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, pp. 136-, 1996.
- [17] Antón, A. (1997). *Goal Identification and Refinement in the Specification of Software-based Information Systems*. Ph.D. thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA, 1997.
- [18] Mylopoulos, J. & Castro, J. (2000). *Tropos: A Framework for Requirements-driven Software Development. Information Systems Engineering: State of the Art and Research Themes, Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag,

- June 2000.
- [19] Liu, L. & Yu, E. (2000). GRL - Goal-oriented Requirement Language. Retrieved from <http://www.cs.toronto.edu/km/GRL/>.
- [20] Amyot, D. & Mussbacher, G. (2002). URN: Towards a New Standard for the Visual Description of Requirements. 3rd SDL and MSC Workshop (SAM02), Aberystwyth, U.K., June 2002, LNCS 2599, pp. 21-37.
- [21] Kitchenham, B. (1996). DESMET: A Method for Evaluating Software Engineering Methods and Tools. Technical Report TR96-09, Department of Computer Science, University of Keele, Staffordshire.
- [22] Delgado, M., Losavio, F. & Matteo, A. (2013). Goal-oriented Techniques and Methods: Goal Refinement and Levels of Abstraction. Proceedings of the 39th Latin American Computing Conference (CLEI 2013), Naiguatá, Venezuela, October 2013.
- [23] Bleistein, S., Cox, K., Verner, J. & Phalp, K. (2006). B-SCP: A Requirements Analysis Framework for Validating Strategic Alignment of Organizational IT Based on Strategy, Context, and Process. *Information and Software Technology*, vol. 46, pp. 846-868.
- [24] Siena, A., Bonetti, A. & Giorgini, P. (2008). Balanced Goalcards: Combining Goal Analysis and Balanced Scorecards. 3rd International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (ENASE 2008). Madeira, Portugal, May 2008.
- [25] Kaplan, R. & Norton, D. (2008). Integrating Strategy Planning and Operational Execution: A Six-Stage System. Balanced Scorecard Report, Harvard Business School Publishing, vol. 10, no. 3, May– June 2008.
- [26] Ellis-Braithwaite, R., Lock, R., Dawson, R. & Haque, B. (2012). Modelling the Strategic Alignment of Software Requirements Using Goal Graphs. arXiv preprint arXiv:1211.6258.
- [27] Grau, G., Cares, C., Franch, X. & Navarrete, F. (2006). A Comparative Analysis of I* Agent-Oriented Modelling Techniques. Proceedings of The Eighteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'06), San Francisco, California, USA, 5-7 July 2006.
- [28] Teruel, M., Navarro, E., López-Jaquero, V., Montero, F. & González, P. (2011). A Comparative of Goal-Oriented Approaches to Modelling Requirements for Collaborative Systems. Technical Report No. DIAB-11-03-1. University of Castilla-La Mancha. March 2011.
- [29] Amyot, D. & Mussbacher, G. (2011). User Requirements Notation: The First Ten Years, the Next Ten Years. Invited paper, *Journal of Software* (JSW), vol. 6, no. 5, pp. 747-768, Academy Publisher, May 2011.
- [30] Chung, L., Nixon, B. & Mylopoulos, J. (2000). Non-functional Requirements in Software Engineering. Monograph, Kluwer Academic Publishers.
- [31] Yu, E. & Liu, L. (2001). Modelling Trust for System Design Using the I* Strategic Actors Framework. Proceedings of the Workshop on Deception, Fraud, and Trust in Agent Societies Held During the Autonomous Agents. R. Falcone, M. P. Singh, and Y. Tan, Eds, Lecture Notes In Computer Science, vol. 2246, pp. 175-194, Springer-Verlag, London.
- [32] Giunchiglia, F., Mylopoulos, J. & Perini, A. (2002). The Tropos Software Development Methodology: Processes, Models and Diagrams. *Agent-Oriented Software Engineering III* (pp. 162-173), Springer Berlin Heidelberg.
- [33] International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector [ITU-T]. (2012). User Requirements Notation (URN) – Language definition. Recommendation ITU-T Z.151.
- [34] Amyot, D. (2003). Introduction to the User Requirements Notation: Learning by Example. *Computer Networks*, vol. 42, no. 3, pp. 285-301, June 2003.
- [35] Berg, K. van der, Conejero, J. & Chitchyan, R. (2005). AOSD Ontology 1.0 – Public Ontology of Aspect-orientation. AOSD-Europe-UT-01, no. D9, version 1.0.
- [36] Gil, A. (2008). Integrating Early Aspects with Goal-Oriented Requirements Engineering: The Case of KAOS. MSc. Thesis, Universidade Nova de Lisboa, Caparica, Portugal.
- [37] Requirements Engineering and Specification Techniques for Information Technology. (n.d.). A KAOS Tutorial. Retrieved February 22, 2017 from <http://www.objectiver.com>
- [38] The Dia Developers. (n.d.). Retrieved February 22, 2017 from <http://dia-installer.de/index.html>
- [39] RE-Tools. (n.d.). Retrieved February 22, 2017 from <http://www.utdallas.edu/~supakkul/tools/RE-Tools/>
- [40] Sousa, G., Silva, I. & Castro, J. (2003). Adapting the NFR Framework to Aspect – Oriented Requirements Engineering. XVII Brazilian Symposium on Software Engineering, Manaus, Brazil, October 2003.
- [41] Brito, I. & Moreira, A. (2004). Integrating the NFR Framework in a RE Model. Early-Aspects Workshop, 3rd International Conference on Aspect-Oriented Software Development, Lancaster, U.K. March 22, 2004.
- [42] Spies, E., Rüger, J. & Moreira, A. (2004). Using I* to Identify Candidate Aspects. Workshop in UML'04, Lisbon, Portugal, October 11, 2004.

- [43] Alencar, F., Castro, J., Monteiro, C., Ramos, R. & Santos, E. (2008). Towards Aspectual I*. Proceedings of 3rd International I* Workshop, Recife, Brazil, February 11-12, 2008.
- [44] Alencar, F., Castro, J., Lucena, M., Santos, E., Silva, C., Araújo, A. & Moreira, A. (2010). Towards Modular I* Models. Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing (SAC '10). ACM, New York, NY, USA, 292-297.
- [45] IStarWiki. (n.d.). Retrieved February 22, 2017 from http://istarwiki.org/tiki-index.php?page=i*+Wiki+Home
- [46] Antón, A., Liang, E. & Rodenstein, R. A. (1996). A Web-Based Requirements Analysis Tool. Proceedings of the 5th International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE'96) (WET-ICE '96), IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 238-.
- [47] Bauer, B., Muller, J. P. & Odell, J. (2001). Agent UML: A Formalism for Specifying Multiagent Interaction. Agent-Oriented Software Engineering, Paolo Ciancarini and Michael Wooldridge Eds., Springer, Berlin, pp. 91-103.
- [48] TroposProject. (n.d.). Retrieved February 22, 2017 from <http://www.troposproject.org/>
- [49] Mussbacher, G. & Amyot, D. (2009). On Modeling Interactions of Early Aspects with Goals. Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Aspect-Oriented Requirements Engineering and Architecture Design (EA '09). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 14-19.
- [50] Mussbacher, G. (2010). Aspect-oriented User Requirements Notation. Ph.D. thesis. University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada. November 2010.
- [51] Roy, J., Kealey, J. & Amyot, D. (2006). Towards Integrated Tool Support for the User Requirements Notation. R. Gotzhein, R. Reed (Eds.) SAM 2006: Language Profiles - Fifth Workshop on System Analysis and Modelling (May, 2006), Kaiserslautern, Germany. LNCS 4320, 198-215, Springer.