

# Análisis Comparativo de Técnicas de Modelado de Metas: Un Enfoque Dirigido por la Planificación Estratégica del Negocio

Mayela Delgado  
Departamento de Computación  
Universidad de Carabobo  
Valencia, Venezuela  
mdelgadoh@uc.edu.ve

Alfredo Matteo  
Centro ISYS, Escuela de Computación,  
Facultad de Ciencias  
Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela  
alfredo.jose.matteo@gmail.com

Francisca Losavio  
Centro ISYS, Escuela de Computación,  
Facultad de Ciencias  
Universidad Central de Venezuela  
Caracas, Venezuela  
francislavio@gmail.com

**Resumen**—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 modelo de 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 Clave**—Orientación a Metas, Ingeniería de Requisitos, Ingeniería de Requisitos Orientada a Metas, Planificación Estratégica

## I. 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 (IR) [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]. Ésto indica que desde la IR se debe canalizar la alineación estratégica de los sistemas de software ([5], [6]).

Las técnicas tradicionales de la IR se concentran, primordialmente, en procesos y datos, y no capturan la fundamentación de los sistemas de software [7]. Ésto 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 IR 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]). Una meta es un fin general que debe ser alcanzado y es de naturaleza cualitativa [10]. En [9] se define una meta como una intención sin hacer referencia a las propiedades o uso del sistema de software.

No obstante, a pesar del aporte significativo de la IR Orientada a Metas (GORE – Goal-Oriented Requirements Engineering) [8], en el modelado 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.

Ante esta problemática se propone la integración de GORE con la Planificación Estratégica (PE). Esta integración se basa en la utilización de los elementos fundamentales de la PE en el modelado de metas con el fin de direccionar el proceso de IR. La PE constituye un dominio extenso en el mundo de los negocios; sin embargo, para efectos de este trabajo lo importante es destacar que es un proceso del que se derivan 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 la negociación en caso de conflictos.

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 GORE, en esta investigación se plantea como objetivo principal la evaluación de las técnicas de mayor difusión en el campo de la Ingeniería del Software (IS), tal como lo exponen los estudios presentados en: [7], [8], [11] y [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 autOMated 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 IS 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 GORE 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 la 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 de las técnicas realizada en [22] incluyendo un grupo características que permitan determinar la aplicabilidad de las técnicas en un proceso de IR que integre en el modelado los conceptos básicos de la PE.

Con 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]. El trabajo desarrollado en [24] se enfoca en el modelado de requisitos y su validación contra la estrategia. Se basa en la metodología Tropos [18]. Combina los modelos de metas con el Cuadro de Mando Integral [25], herramienta muy utilizada en la PE. La investigación realizada en [26] propone la construcción de un modelo de alineación estratégica basado en GRL [19].

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. El trabajo presentado en [12] persigue la definición de lineamientos metodológicos para guiar la utilización de las diferentes técnicas según el contexto de aplicación. 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. 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 IR.

A continuación se indica la organización del contenido de este trabajo. En la Sección II se explican brevemente los fundamentos de cada una de las técnicas seleccionadas para la evaluación. La Sección III describe el conjunto de características que se van a evaluar. En la Sección IV se muestran los resultados de la evaluación de conformidad de las características para cada técnica. La Sección V contiene el análisis comparativo de los resultados obtenidos en la evaluación. Por último, la Sección VI presenta las conclusiones obtenidas luego de examinar los resultados.

## II. VISIÓN GENERAL DE LAS TÉCNICAS DE GORE A EVALUAR

Cada una de las técnicas seleccionadas para la evaluación – KAOS, NFR Framework, I\*, GBRAM, Tropos, GRL y URN – constituye un aporte significativo dentro del desarrollo de GORE.

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: IR, 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 direccionen 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 estudiada.

### A. KAOS

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

- 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.
- 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.
- 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.
- Vista Funcional. Se enfoca en los servicios que el sistema debe proporcionar con la finalidad de operacionalizar las metas funcionales.
- Vista de Comportamiento. Define los comportamientos requeridos para que el sistema satisfaga sus metas.

### B. 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].

### C. 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 IR [15]; también ha sido utilizada en la reingeniería de procesos de negocio y en el análisis de impacto en la organización [15].

#### D. 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]).

#### E. 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.

#### F. 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.

#### G. 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].

### III. CARACTERÍSTICAS A EVALUAR EN LAS TÉCNICAS DE GORE

Para evaluar las técnicas de GORE 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 IS se ajusta a un conjunto específico de necesidades. El método específico de evaluación utilizado es denominado 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 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].

Kitchenham indica que la importancia de una característica se evalúa 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 definió una escala específica de valoración.

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

#### A. Taxonomía de Metas

Se refiere al esquema utilizado para clasificar las metas y describir su comportamiento ([8], [17]), brinda 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.

*B. 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 una sola clase de metas.
- 2: Permite el análisis y modelado de metas funcionales y metas no funcionales.

*C. 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.

*D. Capacidad de Representación del Refinamiento de Metas en Diferentes Niveles de Abstracción*

En el análisis de metas pueden identificarse metas que se encuentren en diferentes niveles de abstracción, no sólo relacionadas con el alcance del sistema/software, sino también asociadas a los niveles de dirección y gestión de la organización. El manejo del nivel de abstracción facilita la trazabilidad y el análisis de contribución entre metas.

Con esta característica se pretende determinar la adecuación de una técnica para el modelado de metas en diferentes niveles de abstracción. En la evaluación se van a utilizar los niveles de abstracción definidos en [22], éstos son: Corporativo, Negocio, Operativo, Sistema y Software. Para una medición más precisa de esta característica se plantea dividirla en sub-características, cada una asociada a un nivel de abstracción.

La escala de conformidad utilizada para evaluar esta característica es la siguiente:

- 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.

*E. 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.

*F. 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.

#### G. *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.

#### H. *Mecanismos para el Modelado y Análisis de Incumbencias Transversales*

Una incumbencia transversal (IT) 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 IT favorece el reconocimiento de elementos (generalmente, propiedades de calidad) que influyen paralelamente distintas funciones; ésto puede incidir en la configuración de los componentes relacionados con la solución que se diseñe. Los mecanismos para el modelado de las IT 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 IT.
- 2: Existen extensiones que soportan ampliamente el modelado y análisis de las IT.
- 3: La técnica incluye el modelado y análisis de las IT.

#### I. *Integración de los Modelos de Metas con Otras Técnicas de IR 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 IR complementarias.

- 2: Se definen lineamientos y mecanismos precisos para integrar el modelado de metas con otras técnicas de modelado de IR complementarias, haciendo énfasis en la trazabilidad entre modelos y definiendo explícitamente la contribución de cada enfoque de modelado utilizado.

#### J. *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.

#### K. *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.

#### L. *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 la estrategia, se necesita que la técnica permita el modelado de algunos conceptos relativos a la PE, 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 PE.
- 2: La técnica ofrece opciones para incorporar nuevos constructos y/o adaptar los constructos existentes para el modelado de conceptos relativos a la PE, 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 PE.

### M. 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.

### N. 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.

## IV. EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE GORE

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.
- Se calcula 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.

La Tabla I muestra los resultados de la evaluación de las técnicas consideradas. Esta 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.

A continuación se presentan algunas observaciones derivadas de la evaluación de cada técnica.

### A. KAOS

La mayor fortaleza de esta técnica es el soporte brindado al refinamiento de metas, basado en: el uso patrones, el uso de la taxonomía de metas, los medios para la trazabilidad entre modelos complementarios y los recursos metodológicos (heurísticas, prácticas, reglas, entre otros) [8]. En KAOS se construyen varios modelos: metas, riesgos u obstáculos, objetos, agentes, operación y comportamiento [8]. Clasifica las metas utilizando dos dimensiones: tipo y categoría. Según el tipo, una meta es de comportamiento (prescribe comportamientos intencionales) o softgoal (hace referencia a preferencias entre comportamientos alternativos). Según la categoría, una meta se clasifica como funcional (establece el propósito que soporta un servicio del sistema) o no funcional (cuando establece una cualidad o restricción sobre la provisión o desarrollo de un servicio) [8]. KAOS no incluye un tratamiento directo de las incumbencias transversales. La extensión AspectKAOS presentada en [36] está dirigida sólo a los modelos de metas.

Esta técnica cuenta con varios productos de software para apoyar el modelado, entre los que destacan: (1) Objectiver [37], software bajo licencia que genera los modelos de metas, objetos, agentes y operación; (2) Dia Diagram Editor [38], software de código abierto; y (3) RE-Tools [39], también de código abierto, el cual permite representar el modelo de metas y el modelo de obstáculos aunque introduce algunos cambios en la simbología original planteada en la técnica.

### B. NFR Framework

El NFR Framework utiliza el término meta para la representación de NFR, decisiones de diseño y argumentos aplicados en pro/contra de otras metas [14]. Las metas son modeladas como softgoals, metas cuya satisfacción no puede establecerse en forma taxativa o concreta. El análisis lleva a la construcción del Grafo de Interdependencia de Softgoals (SIG, Softgoal Interdependency Graph) ([14], [30]). Esta técnica considera tres tipos de metas: metas NFR, metas de operacionalización y metas de argumentación. El NFR Framework apoya el refinamiento de metas por medio del uso de: (1) catálogos de métodos de descomposición, (2) catálogos de métodos de operacionalización y (3) procedimiento de aplicación. El refinamiento está dirigido, únicamente, a los NFR, lo que implica que las metas asociadas a la funcionalidad son excluidas del análisis [30]. El modelado es soportado por la herramienta de código abierto RE-Tools [39].

En lo referente al tratamiento de las incumbencias transversales, el NFR Framework no aborda el asunto explícitamente, sin embargo, existen diversas propuestas dirigidas al manejo de este tipo de incumbencias como las presentadas en [40] y [41].

### C. I\* (I-Star)

I\* maneja dos términos para referirse a una meta: meta (goal/hardgoal) y softgoal, dependiendo de si se hace referencia a una condición que se desea alcanzar y cuyo logro se pueda verificar en forma taxativa o no. En el primer caso, se utiliza el término meta y en el segundo, softgoal [15]. Las

metas no funcionales se representan como softgoals y las metas funcionales como metas (goals/hardgoals).

La técnica dispone de constructos para modelar los actores organizacionales, sus interrelaciones y el razonamiento interno de un actor referente a las alternativas para el logro/satisfacción de metas ([15], [31]).

En I\* se construyen dos modelos [15]: (1) el Modelo de Dependencia Estratégica que muestra las relaciones externas entre actores, representando lo que los actores quieren unos de otros; y (2) el Modelo de Razonamiento Estratégico, el cual representa las relaciones internas dentro de un actor con el propósito de que se pueda soportar el razonamiento de los actores respecto a sus relaciones externas. El refinamiento en I\* se apoya en: (1) desarrollo de rutinas (cursos de acción para lograr una intención de un actor); (2) uso de diferentes tipos de enlaces (medios-fin, descomposición y contribución); y (3) descomposición de actores (basada en el manejo de especializaciones del concepto Actor) ([15], [31]).

Para el tratamiento de las incumbencias transversales existen varias propuestas que extienden el alcance de la técnica, entre ellas destacan los trabajos presentados en [42], [43] y [44]. El sitio web [istarwiki.org](http://istarwiki.org) compila un conjunto de lineamientos y recomendaciones a ser considerados durante el modelado con I\*, también presenta una lista de productos de software para apoyar el modelado [45].

#### D. GBRAM

GBRAM no plantea la construcción de un modelo gráfico, por lo tanto, no indica el uso de una notación particular para representar las metas y sus relaciones. Incluye el análisis de escenarios para obtener más detalles sobre los requisitos y validar el conjunto de metas identificado [16]. Propone la elaboración de una Topología de Metas (TM) para la representación de las características del Documento de Requisitos del Software (SRD, Software Requirements Document) expresada en la forma de una jerarquía [17].

En GBRAM la información se registra, principalmente, de manera textual en tablas y plantillas [17]. Sugiere la categorización de las metas considerando el tipo de la condición objetivo deseada, según lo cual las metas son: de logro (relativas a acciones que ocurren en el sistema) o de mantenimiento (asociadas a un estado continuo en el sistema). Recomienda el desarrollo de taxonomías auxiliares para las metas dependiendo del área de dominio del sistema ([16], [17]). La técnica no dispone de constructos para indicar cuando una meta es funcional o no funcional.

El refinamiento de metas se basa en: (1) soporte metodológico; (2) análisis de dependencias (precedencia, contrato y agente); (3) construcción de topología de metas; (4) análisis de escenarios, restricciones y obstáculos; y (5) esquemas de metas (detallan las operacionalizaciones) ([16], [17]). Aunque al inicio de su desarrollo el modelado se apoyaba en GBRA (Goal Based Requirements Analysis Tool), herramienta orientada a la web, actualmente no se encuentra en vigencia [46].

#### E. Tropos

Tropos se basa en el modelado con I\*, por lo tanto, utiliza los términos: meta (goal/hardgoal) y softgoal, definidos en esa técnica. Es un método para el desarrollo de software orientado a agentes, consta de cinco fases (descritas en el aparte E de la Sección II) [18]. No plantea el uso de modelos determinados, más bien define varias actividades de modelado desarrolladas en cada fase. Estas actividades utilizan artefactos específicos cuyo contenido depende de la fase en que se aplican [32]. Ésto significa que un mismo tipo de artefacto sirve para presentar varias vistas del sistema según la fase en ejecución.

Las actividades de modelado en Tropos son [32]: (1) modelado de actor, que consiste en identificar y analizar los actores del ambiente, y los actores y agentes del sistema; (2) modelado de dependencia, que comprende el estudio de dependencias entre actores; (3) modelado de meta, enfocado en el análisis de las metas de un actor; (4) modelado de plan, el cual complementa el modelado de meta, comprende la descomposición de planes en sub-planes; y (5) modelado de capacidad cuyo propósito es definir las capacidades de los componentes del sistema. El modelado de actor y el modelado de dependencia se representan mediante el diagrama de actor, equivalente al Modelo de Dependencia Estratégica de I\*. El modelado de meta y el modelado de plan se muestran en el diagrama de meta, que se corresponde con el Modelo de Razonamiento Estratégico de I\*. El modelado de capacidad se representa mediante los diagramas de capacidad y diagramas de plan. Estos diagramas se construyen mediante el uso de diagramas de actividad UML y diagramas de interacción AUML [47].

Esta técnica incluye mecanismos para derivar de las metas, los requisitos y las especificaciones de diseño e implementación a largo del ciclo de desarrollo. Además, sugiere cuáles técnicas adicionales de IR se podrían aplicar para apoyar la especificación de requisitos. Existen varias herramientas para soportar el modelado con Tropos, en el sitio web [www.troposproject.org](http://www.troposproject.org) se presenta una lista de ellas. Las herramientas señaladas sólo permiten construir los diagramas de actor y de meta [48].

Con respecto al manejo de las incumbencias transversales, las propuestas desarrolladas para I\* son extensibles a Tropos ([42], [43], [44]). Estos trabajos son aplicables en la construcción de los diagramas de actor y de meta. Sin embargo, no se ha planteado ninguna extensión a Tropos enfocada en integrar el manejo de las incumbencias transversales en todas las actividades de modelado que comprende esta técnica.

#### F. GRL

GRL como técnica derivada de I\*, también representa las metas utilizando los términos: meta (goal/hardgoal) y softgoal [33]. GRL no prescribe modelos específicos; sin embargo, permite construir los modelos propuestos en las técnicas que le dieron origen, I\* y NFR Framework: Modelo de Dependencia Estratégica (I\*), Modelo de Razonamiento Estratégico (I\*) y Grafo de Interdependencia de Softgoals (NFR Framework). Esta técnica ofrece mayor libertad de aplicación en lo que respecta a los constructos de modelado, por ello, permite

generar nuevos modelos que se ajusten a una situación particular, en [49] se ilustra este caso.

El modelado con GRL es soportado por la herramienta jUCMNav la cual ajusta en un alto grado a las especificaciones de este lenguaje gráfico ([50], [51]). GRL tiene una gran capacidad de extensibilidad [33]. Además forma parte de URN [33] que es un estándar internacional. Con respecto al manejo de las incumbencias transversales, Mussbacher [50] presenta a AoGRL (Aspect-oriented GRL) una extensión que incorpora en el modelado GRL los conceptos básicos de la orientación a aspectos; también son aplicables a GRL las extensiones desarrolladas para I\*, propuestas en [42], [43] y [44].

G. URN

URN combina conceptos y notaciones de modelado para metas e intenciones y escenarios; sin embargo, no especifica qué modelos deben desarrollarse [33]. URN comprende: (1) modelado de metas, el cual se basa en GRL (aparte F de esta Sección); y (2) modelado de escenarios, que utiliza los UCM para describir escenarios y arquitecturas. Los UCM se enfocan en flujos causales de comportamiento opcionalmente superpuestos sobre una estructura de componentes. Los UCM permiten describir la interacción causal de entidades

arquitecturales abstrayéndose de los detalles referentes a mensajes y datos.

URN soporta el refinamiento de metas por medio de [33]: (1) enlaces de descomposición y de contribución; (2) elaboración de escenarios; y (3) enlaces URN (URN Links) que ayudan a crear relaciones entre cualquier par de elementos de modelos URN.

En [50] se presenta AoURN (Aspect-oriented URN) una extensión para el manejo de incumbencias transversales en URN. AoURN comprende extensiones para GRL y UCM, AoGRL (Aspect-oriented GRL) y AoUCM (Aspect-oriented UCM), respectivamente.

La Universidad de Ottawa (Canadá) desarrolló jUCMNav, herramienta de código abierto para editar y analizar modelos URN: grafos GRL, mapas de casos de uso y cualquier otro modelo que se defina en base a los constructos de URN y sea compatible con los criterios adoptados en el desarrollo de la herramienta [51].

La capacidad de extensibilidad de URN es un atributo que otorga gran flexibilidad para el modelado en diferentes contextos. URN está definido como un estándar en el campo de la IS en la Recomendación ITU-T Z.151 [33].

TABLA I. EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE GORE – CUADRO COMPARATIVO

Evaluación de Técnicas de GORE – Cuadro Comparativo										
Característica	Importancia	Max Conf	Grado de Conformidad							
			KAOS	NFR Framework	I*	GBRAM	Tropos	GRL	URN	
1	Taxonomía de metas	2	2	1	1	1	2	1	1	1
2	Modelado de metas funcionales y metas no funcionales	2	2	2	1	2	0	2	2	2
3	Recursos/Mecanismos para el refinamiento de metas	2	4	4	0	2	2	3	2	4
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	1	1	2	1	1	1
6	Mecanismos para el modelado y análisis de conflictos entre metas	2	2	1	2	2	2	2	2	2
7	Mecanismos para el modelado y análisis de interrelaciones entre metas	2	2	1	2	2	1	2	2	2
8	Mecanismos para el modelado y análisis de las incumbencias transversales	2	2	1	1	2	0	1	2	2
9	Integración de los modelos de metas con otras técnicas de la IR que complementen la especificación de los requisitos	2	2	2	0	0	2	1	0	3

Evaluación de Técnicas de GORE – Cuadro Comparativo										
Característica	Importancia	Max Conf	Grado de Conformidad							
			KAOS	NFR Framework	I*	GBRAM	Tropos	GRL	URN	
10	Software para el modelado	1	3	2	3	3	1	2	3	2
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 (PE) en el modelado de metas	2	3	1	0	3	0	3	3	3
13	Nivel de estandarización	1	1	0	0	0	0	0	1	1
14	Proceso para guiar el modelado	2	2	2	1	1	2	2	1	1
Puntuación final = $\sum \text{Grado-de-Conformidad}_i * \text{Importancia}_i$				48	26	51	39	56	52	63
% de conformidad				64,00	34,67	68,00	52,00	74,67	69,33	84,00

#### V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA TÉCNICAS DE GORE

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 IR, 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 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 PE 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.

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

- Enfoque hacia el modelado organizacional (basado en 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: metadatos; 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; mecanismos para el desarrollo de perfiles; uso de restricciones OCL ([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].

## VI. 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 PE. 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.

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 PE, 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 PE, 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 I 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 de 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 PE. Esta extensión se utilizará para soportar un proceso de IR dirigido por la PE que contribuya a direccionar los productos 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: (1) aplicación del modelado con URN como herramienta para enfocar la alineación estratégica de productos de software; (2) validación de la efectividad de URN en el modelado de estrategias; y (3) evaluación de URN en otros dominios del análisis del negocio.

## REFERENCIAS

- [1] S. Pass and B. Ronen, "Reducing the Software Value Gap", *Communications of the ACM*, vol. 57, no. 5, pp. 80-87, May 2014.
- [2] A. Blair, J. B. Lail, and S. Marshall, "Value Streams", *Open Group Guide*, Document Number G170, January, 2017.
- [3] P. Zave, "Classification of Research Efforts in Requirements Engineering", *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 29, no. 4, pp. 315-321, December 1997.
- [4] G. Brown, "Value Chains, Value Streams, Value Nets, and Value Delivery Chains", *BPTrends*, April, 2009.
- [5] R. Kaplan and D. Norton, "Strategy Maps", *Executive Books Summaries*, vol. 26, no. 4 (2 parts) part 1, April, 2004.
- [6] H. Armitage and C. Scholey, "Using Strategy Maps to Drive Performance", *Management Accounting Guideline* published by The Society of Management Accountants of Canada (CMA-Canada), 2006.
- [7] A. Lapouchnian, "Goal-oriented Requirements Engineering: An Overview of the Current Research", *University of Toronto*, June, 2005.
- [8] A. van Lamsweerde, "Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications", *England: John Wiley & Sons Inc.*, 2009.
- [9] K. Pohl, "Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques". *Germany: Springer*, 2010.
- [10] G. Johnson, K. Scholes, and R. Whittington, "Dirección Estratégica", 7th Edition, *Pearson Educación, S. A., Spain*, 2006.
- [11] E. Kavakli, "Goal-driven Requirements Engineering: Modelling and Guidance", *Ph.D. thesis, University of Manchester, UK*, 1999.
- [12] E. Kavakli and P. Loucopoulos, "Goal-driven Requirements Engineering: Evaluation of Current Methods", *8th International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design, Austria*, 16-17, June, 2003.
- [13] A. Dardenne, A. van Lamsweerde, and S. Fickas, "Goal-directed Requirements Acquisition", *Selected Papers of the 6th International Workshop on Software Specification and Design, Elsevier Science Publishers, The Netherlands*, pp. 3-50, 1993.
- [14] L. Chung, "Representation and Utilization of Non-functional Requirements for Information System Design", *Proceedings of the 3rd Int.Conf. CAiSE '91, Trondheim, Norway, Berlin: Springer-Verlag*, pp. 5-30, May, 1991.

- [15] E. Yu, "Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering", Ph.D. thesis, University of Toronto, Canada, 1995.
- [16] A. Antón, "Goal-based Requirements Analysis", Proceedings of the 2nd International Conference on Requirements Engineering. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, pp. 136-144, 1996.
- [17] A. Antón, "Goal Identification and Refinement in the Specification of Software-based Information Systems", Ph.D. thesis, Georgia Institute of Technology, Georgia, USA, 1997.
- [18] J. Mylopoulos and J. Castro, "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] L. Liu and E. Yu, "GRL - Goal-oriented Requirement Language", 2000. <http://www.cs.toronto.edu/km/GRL/>.
- [20] D. Amyot and G. Mussbacher, "URN: Towards a New Standard for the Visual Description of Requirements", 3rd SDL and MSC Workshop, U.K., LNCS 2599, pp. 21-37, June, 2002.
- [21] B. Kitchenham, "DESMET: A Method for Evaluating Software Engineering Methods and Tools", Technical Report TR96-09, Department of Computer Science, University of Keele, 1996.
- [22] M. Delgado, F. Losavio, and A. Matteo, "Goal-oriented Techniques and Methods: Goal Refinement and Levels of Abstraction", Proceedings of the 39th Latin American Computing Conference, Venezuela, October, 2013.
- [23] S. Bleistein, K. Cox, J. Verner, and K. Phalp, "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, 2006.
- [24] A. Siena, A. Bonetti, and P. Giorgini, "Balanced Goalcards: Combining Goal Analysis and Balanced Scorecards", 3rd International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering, Portugal, May, 2008.
- [25] R. Kaplan and D. Norton, "Integrating Strategy Planning and Operational Execution", Balanced Scorecard Report, Harvard Business School Publishing, vol. 10, no. 3, May - June, 2008.
- [26] R. Ellis-Braithwaite, R. Lock, R. Dawson, and B. Haque, "Modelling the Strategic Alignment of Software Requirements using Goal Graphs", arXiv preprint arXiv:1211.6258, 2012.
- [27] G. Grau, C. Cares, X. Franch, and F. Navarrete, "A Comparative Analysis of I\* Agent-Oriented Modelling Techniques", Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, USA, 5-7 July, 2006.
- [28] M. Teruel, E. Navarro, V. López-Jaquero, F. Montero, and P. González, "Approaches to Modelling Requirements for Collaborative Systems", Technical Report No. DIAB-11-03-1. University of Castilla - La Mancha, March, 2011.
- [29] D. Amyot and G. Mussbacher, "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] L. Chung, B. Nixon, and J. Mylopoulos, "Non-functional Requirements in Software Engineering", Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [31] E. Yu and L. Liu, "Modelling Trust for System Design Using the I\* Strategic Actors Framework", Proceedings of the Workshop on Deception, Fraud, and Trust in Agent Societies, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2246, pp. 175-194, Springer-Verlag, London, 2001.
- [32] F. Giunchiglia, J. Mylopoulos, and A. Perini, "The Tropos Software Development Methodology", Agent-Oriented Software Engineering, pp. 162-173, Springer, Heidelberg, 2002.
- [33] International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector [ITU-T]. "User Requirements Notation (URN) - Language definition", Recommendation ITU-T Z.151, 2012.
- [34] D. Amyot, "Introduction to the User Requirements Notation", Computer Networks, vol. 42, no. 3, pp. 285-301, June, 2003.
- [35] K. van der Berg, J. Conejero, and R. Chitchan, "AOSD Ontology 1.0 - Public Ontology of Aspect-orientation". AOSD-Europe-UT-01, no. D9, version 1.0, 2005.
- [36] A. Gil, "Integrating Early Aspects with Goal-Oriented Requirements Engineering: The Case of KAOS". MSc. thesis, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2008.
- [37] Requirements Engineering and Specification Techniques for Information Technology, "A KAOS Tutorial", (n.d.). <http://www.objectiver.com>
- [38] The Dia Developers, (n.d.). <http://dia-installer.de/index.html.en>
- [39] RE-Tools, (n.d.). <http://www.utdallas.edu/~supakkul/tools/RE-Tools/>
- [40] G. Sousa, I. Silva, and J. Castro, "Adapting the NFR Framework to Aspect - Oriented Requirements Engineering", XVII Brazilian Symposium on Software Engineering, Brazil, October 2003.
- [41] I. Brito and A. Moreira, "Integrating the NFR Framework in a RE Model", Early-Aspects Workshop, 3rd International Conference on Aspect-Oriented Software Development, UK, March, 2004.
- [42] E. Spies, J. Rüger, and A. Moreira, "Using I\* to Identify Candidate Aspects", Workshop in UML'04, Portugal, October, 2004.
- [43] F. Alencar, J. Castro, C. Monteiro, R. Ramos, and E. Santos, "Towards Aspectual I\*", Proceedings of 3rd International I\* Workshop, Brazil, February, 2008.
- [44] F. Alencar, J. Castro, M. Lucena, E. Santos, C. Silva, A. Araújo, and A. Moreira, "Towards Modular I\* Models", Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing. ACM, New York, NY, USA, 292-297, 2010.
- [45] IStarWiki. (n.d.). [http://istarwiki.org/tiki-index.php?page=i\\*+Wiki+Home](http://istarwiki.org/tiki-index.php?page=i*+Wiki+Home)
- [46] A. Antón, E. Liang, and R. A. Rodenstein, "A Web-Based Requirements Analysis Tool", Proceedings of the 5th International Workshops on Enabling Technologies, IEEE Computer Society, USA, 238-243, 1996.
- [47] B. Bauer, J. P. Muller, and J. Odell, "Agent UML", Agent-Oriented Software Engineering, Paolo Ciancarini and Michael Wooldridge Eds., Springer, Berlin, pp. 91-103, 2001.
- [48] TroposProject. (n.d.). <http://www.troposproject.org/>
- [49] G. Mussbacher and D. Amyot, "On Modeling Interactions of Early Aspects with Goals", Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Aspect-Oriented Requirements Engineering and Architecture Design. IEEE Computer Society, USA, 14-19.
- [50] G. Mussbacher, "Aspect-oriented User Requirements Notation", Ph.D. thesis. University of Ottawa, Canada, November, 2010.
- [51] J. Roy, J. Kealey, and D. Amyot, "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, Germany. LNCS 4320, 198-215, Springer. May, 2006.