



Universidad del Bío-Bío  
Facultad de Ciencias Empresariales  
Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información

## **Tesis de Magíster en Ciencias de la Computación**

---

Representación y Procesamiento de Planes  
Estratégicos mediante Estándares y  
Tecnologías de la Web Semántica

Chillán, Chile, Abril 2018

**Estudiante:** Claudio Muñoz Sepúlveda  
**Directora de Tesis:** Angélica Caro Gutiérrez  
**Co-Director de Tesis:** Gilberto Gutiérrez Retamal

## Resumen

El desarrollo, monitoreo y seguimiento de planes estratégicos es una actividad permanente en las organizaciones comerciales o instituciones públicas. Estas actualmente se encuentran insertas en un medio exigente y competitivo que se caracteriza por cambios constantes, acelerados desarrollos tecnológicos, manipulación de grandes volúmenes de datos e indicadores de logros entre variadas exigencias. Contar con un plan estratégico que oriente las tareas cotidianas de los empleados para alcanzar sus fines, contribuye al crecimiento de la organización y ayuda a las personas a comprender el quehacer de la empresa, pero no resuelve la demandante labor de controlar la ejecución de las tareas (seguimiento), ni la recopilación de evidencias para respaldar el cumplimiento del plan (revisión).

El estudio de Business Motivation Model (BMM), un estándar destinado a representar los componentes de un plan de negocio (o plan estratégico) y establecer las relaciones entre ellos, constituye una motivación para representar un plan estratégico modelado con el estándar BMM mediante tecnologías de la Web Semántica, como un camino hacia la automatización de las tareas de seguimiento y revisión de planes.

Es por lo anterior que esta investigación se centra en la creación de la Ontología BMM. Una ontología en el contexto de la Web Semántica describe con exactitud las clases de recursos, clases de propiedades y las relaciones entre dichas clases, permitiendo la representación en formato Resource Description Framework (RDF) y gestión del plan con el lenguaje de consulta SPARQL.

Consecuentemente, la investigación ha permitido, plantear la noción de plan de negocios RDF bien diseñado, como un documento en formato RDF que contiene la descripción de un plan de negocios, pero que cumple con las propiedades de completitud y consistencia, restricciones definidas por el estándar BMM, y que más allá de gestionar y administrar planes, entregan parámetros válidos para comparar e integrar planes de negocio.

## Abstract

The development, monitoring and following of strategic plans is a permanent activity in commercial organizations or public institutions. These are currently embedded in a demanding and competitive environment that is characterized by constant changes, accelerated technological developments, manipulation of large volumes of data and indicators of achievement among varied demands. Having a strategic plan that guides the daily tasks of employees to achieve their goals, contributes to the growth of the organization and helps people understand the work of the company, but does not solve the demanding task of controlling the execution of tasks (following), nor the collection of evidence to support compliance with the plan (revision).

The study of Business Motivation Model (BMM), a standard designed to represent the components of a business plan (or strategic plan) and establish relationships between them, constitutes a motivation to represent a strategic plan modeled with the BMM standard using technology The Semantic Web, as a way to of automation the tasks of monitoring and reviewing plans.

This is why this research focuses on the creation of BMM Ontology. An ontology in the context of the Semantic Web describes accurately the resource classes, property classes and relationships between them, allowing the representation in Resource Description Framework (RDF) format and management of the plan with the SPARQL query language.

Consequently, the research has allowed, to raise the notion of a well-designed RDF business plan, as a document in RDF format that contains the description of a business plan, but that complies with the properties of completeness and consistency, restrictions defined by the standard. BMM, and beyond managing and managing plans, provide valid parameters to compare and integrate business plans.

*Dedico esta tesis a mi familia*

*Marianela mi amada esposa, incondicional compañera y complemento de vida.*

*Mis hijos Diego y Francisca, los tesoros que han llegado a llenar nuestros días de amor y felicidad.*

## **Agradecimientos**

*A mis padres Cila y Basilio por ser un ejemplo de trabajo, sacrificio, esfuerzo, por su dedicación y amor durante mi vida y ser una fuente de inspiración.*

*A mi hermano Miguel Ángel por tu apoyo incondicional, los hermosos momentos vividos, y por el hombre en que te has convertido, estoy orgulloso de ti.*

*A mis profesores guías Angélica y Gilberto que siempre estuvieron apoyando y animando cuando el camino se puso cuesta arriba.*

*A los profesores del DCCTI de los que siempre encontré una palabra de apoyo y preocupación.*

*Al profesor Renzo Angles que con su generoso apoyo contribuyo a desarrollo de esta investigación.*

# Índice General

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1 PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS .....	9
1.2 OBJETIVOS .....	10
1.2.1 <i>Objetivo Principal</i> .....	10
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	10
1.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
1.3.1 <i>Unidad de estudio</i> .....	10
1.4 MOTIVACIÓN .....	11
1.5 RESULTADOS (PUBLICACIONES, APLICACIONES).....	13
1.6 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....	13
<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	<b>15</b>
2.1 REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA.....	16
2.1.1 <i>Planificación de la revisión</i> .....	17
2.1.2 <i>Desarrollo de la revisión</i> .....	17
2.1.3 <i>Publicación de los resultados</i> .....	18
2.2 METHONTOLOGY.....	18
2.2.1 <i>Conceptualización de una ontología</i> .....	18
2.3 ESTUDIO DE CASO.....	21
<b>ANTECEDENTES PRELIMINARES.....</b>	<b>22</b>
3.1 PLANES DE NEGOCIO.....	23
3.2 BMM.....	23
3.2.1 <i>¿Qué es BMM?</i> .....	23
3.2.2 <i>Los elementos de un plan de negocios</i> .....	24
3.3 WEB SEMÁNTICA.....	25
3.3.1 <i>Resource Description Framework (RDF)</i> .....	26
3.3.2 <i>RDF Schema</i> .....	28
3.3.3 <i>Ontology Web Language (OWL)</i> .....	29
3.3.4 <i>SPARQL</i> .....	30
3.3.5 <i>Linked Data</i> .....	32
<b>ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>33</b>
4.1 RESULTADOS DE LA RSL .....	34
4.2 DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	36
4.2.1 <i>Motivación Empresarial Alineada con las Tecnologías de Información</i> .....	36
4.2.2 <i>Gestión Empresarial</i> .....	36
4.2.3 <i>Enfoque Model Driven Architecture con énfasis en aspectos del negocio</i> .....	37
4.2.4 <i>Ontologías</i> .....	38
4.2.5 <i>Web Service</i> .....	38
4.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	39
<b>PROPUESTA: UNA ONTOLOGÍA DE BMM .....</b>	<b>40</b>
5.1 MODELO DE CLASES DEL ESTÁNDAR BMM .....	41
5.2 UNA ONTOLOGÍA DE BMM.....	42
5.3 PLANES DE NEGOCIO .....	45
5.3.1 <i>Planes de Negocios Bien Diseñados</i> .....	45
5.3.2 <i>Conceptos Obligatorios</i> .....	45

5.3.3	<i>Dominio y Restricciones de Rango</i> .....	48
5.3.4	<i>Restricciones de Cardinalidad</i> .....	49
5.3.5	<i>Restricciones Complejas</i> .....	51
5.3.6	<i>Planes de negocios RDF Bien Diseñados</i> .....	52
5.4	EJEMPLOS DE USO .....	52
<b>PROTOTIPO DE HERRAMIENTA PARA CREAR PLANES ESTRATÉGICOS USANDO LA ONTOLOGÍA.....</b>		<b>56</b>
6.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROTOTIPO .....	57
6.2	BASE DE DATOS DEL PROTOTIPO DE HERRAMIENTA .....	58
6.3	PANTALLAS PRINCIPALES DEL PROTOTIPO DE HERRAMIENTA .....	60
<b>ESTUDIO DE CASO .....</b>		<b>63</b>
7.1	ESTUDIO DE CASO PLANES ESTRATÉGICOS DEPARTAMENTOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO. ....	64
7.1.1	<i>Homologación de Conceptos planes estratégicos de la Facultad.</i> .....	64
7.1.2	<i>Representación del Plan a RDF</i> .....	65
7.1.3	<i>Consultas SPARQL del Plan Estratégico RDF</i> .....	66
7.2	DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....	70
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>72</b>
8.1	ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS/CUMPLIDOS.....	73
8.2	PRINCIPALES APORTES .....	74
8.3	TRABAJOS FUTUROS .....	74
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>76</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>80</b>
<b>ANEXO A. PLANIFICACIÓN DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA .....</b>		<b>81</b>
<b>ANEXO B. CUESTIONARIO .....</b>		<b>83</b>
<b>ANEXO C. ENTREVISTA REVISIÓN PROTOTIPO. ....</b>		<b>87</b>
<b>ANEXO D. FRAGMENTO PLAN ESTRATÉGICO DCCTI FORMATO RDF (N3).....</b>		<b>89</b>

# **Capítulo 1**

## **Introducción**

---

## 1.1 Planteamiento y Justificación de la Tesis

En el complejo mundo de los negocios de hoy en día, que se caracteriza por cambios constantes, acelerados desarrollos tecnológicos, manipulación de grandes volúmenes de datos, indicadores de logros, entre variadas exigencias, la planificación estratégica es indispensable para lograr una gestión eficaz. La planificación estratégica es un esfuerzo disciplinado para producir decisiones y acciones fundamentales que dan forma y guían lo que es una organización, lo que hace y por qué lo hace (Bryson, 2004).

Los beneficios potenciales de la planificación estratégica son numerosos, incluidos: mayor eficacia y eficiencia; mejor comprensión y mejor aprendizaje; una mejor toma de decisiones; capacidades organizacionales mejoradas; mejores comunicaciones y relaciones públicas; y un mayor apoyo político (Bryson, 2005).

La planificación estratégica es un proceso cíclico y continuo que consta de tres etapas principales: a) desarrollo del plan, b) ejecución del plan y c) revisión del plan. La finalidad del desarrollo del plan es definir los objetivos de la organización, definir estrategias y políticas para alcanzarlos, y desarrollar planes detallados para garantizar que las estrategias se implementen para alcanzar los fines buscados (Steiner, 1997). El producto concreto de esta etapa, y la base para las otras dos etapas (ejecución y revisión), es un Plan Estratégico (PE).

Un plan de negocios<sup>1</sup> (o plan estratégico) es un documento que especifica los elementos críticos (por ejemplo, los objetivos y las estrategias) identificados durante la planificación estratégica. Por lo tanto, el plan de negocios se puede utilizar para comunicar los objetivos de la organización, las acciones necesarias para lograr esos objetivos y todos los demás.

La etapa ejecución del plan considera las acciones necesarias para llevar adelante lo planificado, de acuerdo con las metas y objetivos trazados por la empresa, mediante planes de acción.

La etapa revisión del plan considera el monitoreo y seguimiento de los planes de acción en forma periódica para asegurar que se estén realizando las acciones definidas y se alcancen los objetivos y metas trazadas.

El Object Management Group (OMG) promueve un esquema o estructura para desarrollar, comunicar y administrar planes de negocios de una forma organizada conocida como BMM, el modelo destaca los factores que motivan, identifican y definen los elementos que los planes, establecen cómo se relacionan todos los factores y elementos del plan (OMG, 2015).

El desarrollo de esta tesis estudia la posibilidad de representar y gestionar planes de negocios bajo el BMM, a través de estándares de la Web Semántica con la intención de que estas tecnologías colaboren en la construcción, monitoreo y seguimiento de un plan estratégico mediante el procesamiento semántico de los documentos o registros asistido por las máquinas, en tareas que a una persona le tomaría un tiempo considerable sistematizar manualmente.

El estado del arte dio cuenta de la ausencia de trabajos que se ocupen de cubrir la finalidad de esta investigación, registrando a la vez diversas propuestas que parcialmente entrelazan el estándar BMM y las tecnologías de la Web Semántica que impulsa este trabajo. Destacan el uso de ontologías para modelar las arquitecturas empresariales (Hinkelmann et al., 2016) y el uso de políticas de negocios para automatizar la gestión del cumplimiento de las normativas en los procesos de negocios (El Kharbili & Pulvermueller, 2012).

---

<sup>1</sup> BMM utiliza el concepto de Plan de Negocios para referirse a Plan Estratégico, de este punto en adelante utilizaremos ambos términos como sinónimo y los usaremos indistintamente.

Esta tesis propone una Ontología del estándar BMM de la OMG, para que en base a ella una organización pueda definir un estructura o modelo que permita construir planes de negocios de modo de entregar dinamismo a dicha estructura por medio de las tecnologías de la Web Semántica.

## 1.2 **Objetivos**

### 1.2.1 **Objetivo Principal**

Emplear estándares de la Web Semántica para la representación y gestión de planes estratégicos modelados previamente con el estándar Business Motivation Model.

### 1.2.2 **Objetivos Específicos**

- Comprender las propiedades y limitaciones de los estándares BMM y RDF.
- Representar el metamodelo BMM en forma de tripletas RDF mediante una Ontología.
- Elaborar vocabularios en RDF Schema que colaboren en la representación de planes estratégicos desde BMM a RDF.
- Implementar un prototipo de herramienta para crear planes estratégicos usando la ontología BMM, permitiendo la consulta del plan estratégico mediante SPARQL.
- Mostrar la validez de la propuesta, mediante un estudio de caso que contraste la gestión manual, con la gestión asistida por el prototipo para planes estratégicos RDF.

## 1.3 **Alcance de la Investigación**

Esta tesis persigue lograr la representación de Planes Estratégicos, modelado con BMM, en tripletas RDF de modo que pueda ser consultados mediante el lenguaje SPARQL. Se trabaja con la versión completa de BMM considerando los fines, los medios, los influenciadores y las evaluaciones. Centrándose en los dos primeros elementos que son considerados el núcleo del modelo.

Respecto de la implementación, se considera el desarrollo de un prototipo que permita automatizar la representación y consulta del PE de un soporte manual o papel a un soporte electrónico. La tecnología de la Web Semántica que se usa es RDF, OWL y SPARQL.

### 1.3.1 **Unidad de estudio**

A modo de llevar a cabo el proyecto se consideró como unidad de estudio los departamentos académicos de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad del Bío-Bío. Tomando como muestra tres departamentos de un total de cinco. Los departamentos considerados son: Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de Información (DCCTI), Departamento de Sistemas de Información (DSI) y Departamento de Gestión Empresarial (DGE).

El estudio se propone comparar la gestión del plan estratégico de manera manual versus la gestión apoyada por el prototipo con estándares y tecnologías de la Web Semántica. Los instrumentos de evaluación considerados para el estudio de caso son dirigidos al usuario o encargado responsable del PE y que se encuentran disponibles en el Anexo B y C.

## 1.4 Motivación

Para comprender mejor la problemática asociada a la elaboración, monitoreo y seguimiento de un plan estratégico de una organización, dos ejemplos: (i) el caso de un directivo que se involucra en la administración y gestión de planes estratégicos y (ii) un análisis de instituciones de educación superior. Ambos escenarios podrían verse beneficiados por la representación de PE mediante tecnologías y herramientas de la web semántica:

### (i) Directivo Organización

El director de una organización comercial recibe un documento que contiene el PE 2015 - 2020 de la empresa, el cual se ajusta al estándar BMM. Para tomar decisiones, el directivo debe interiorizarse del quehacer actual y futuro de la empresa, por lo que se plantea algunas preguntas sobre el plan.

- a. ¿Cuántas metas se han cumplido a la fecha y cuántas están atrasadas?
- b. Sobre una determinada meta atrasada ¿Qué objetivos considera una determinada meta?
- c. ¿Cuáles son los cursos de acción a seguir para alcanzar un determinado resultado esperado?
- d. ¿Qué metas son influenciadas por una determinada regla de negocio?
- e. ¿Qué política de negocio es la que más incidencia tiene en los resultados esperados?

Las preguntas a y b son relativamente sencillas de resolver, es probable que le tome algunas horas contrastar el plan estratégico con un conjunto de planes de acción que se diseñaron para alcanzar una determinada meta o cumplir con algunos objetivos, o tal vez leer unos cuantos informes de monitoreo y seguimiento de los planes de acción, con lo cual tendrá una respuesta aproximada de las preguntas en análisis.

Para las preguntas c, d y e tendrá que invertir unos días para revisar los informes de monitoreo y gestión correspondiente o los planes de acción en detalle, además de reunirse con los encargados de ejecución u otros directivos que puedan explicar, el porqué de la influencia de una determinada regla o política de negocio en la dirección de la empresa. En este punto existe la posibilidad que el directivo se haya dado cuenta que puede automatizar algunos procedimientos de monitoreo y gestión y dejar las tareas rutinarias a las máquinas, de modo tal que para la próxima revisión de estas u otras preguntas, se requiera menos tiempo de su parte y de las personas involucradas en la ejecución del plan.

En cuanto al plan de acción, permite administrar el recurso humano y el tiempo para alcanzar una determinada meta, lo que constituye una herramienta esencial para el monitoreo y gestión del PE. En este punto el directivo debería preguntarse, qué indicadores permiten dar por cumplido un objetivo, o qué evidencias existen para dictaminar que la meta se cumplió (informes, certificados, publicaciones, fotografías, videos, entrevistas, reuniones, etc.), en realidad lo importante es que cada objetivo tenga un soporte de las evidencias para cada actividad realizada que permitan demostrar que el objetivo fue alcanzado, y por consiguiente la suma de objetivos cumplidos, permitieron llegar a alguna meta trazada en el plan estratégico.

Al cabo de unas semanas y cuando el directivo ya se encuentra involucrado en el desarrollo del PE, su sorpresa es mayor cuando recibe un sobre con el PE 2017 - 2021 de una empresa socia o colaboradora que fue adquirida recientemente y le solicitan que encuentre las metas en común y aquellas que son disidentes entre ambas organizaciones, para determinar si ambas empresas pueden marchar paralelamente e integrar sus planes estratégicos en un corto plazo.

Más allá, de tener que traducir el documento por encontrarse en otro idioma o porque usa una terminología que no necesariamente es la misma, la dificultad para el directivo es determinar que componentes del plan (misión, visión, metas, objetivos, estrategias, etc.) serán equivalentes, o con qué métricas se mide el cumplimiento de una meta u objetivo. ¿Será que no existe equivalencia entre dos compañías que se dedican al mismo rubro en similares condiciones?

Seguramente lo más conveniente para el directivo será viajar a la nueva filial de la empresa y entrevistarse con los ejecutivos y los directivos para determinar el grado de equivalencia entre los componentes de los planes, para alinear con los de la compañía, de modo de generar el menor trastorno en ambas instituciones.

Es evidente, en este punto que el procesamiento manual de planes estratégicos y todos sus derivados se vuelve una tarea altamente demandante para ciertas compañías. El desarrollo de esta tesis contribuye en la automatización de la representación y procesamiento de Planes Estratégicos basados en BMM, a través de tecnologías de la Web Semántica, poniendo a disposición de quienes necesiten resolver problemáticas como la anterior, la Ontología de Business Motivation Model que junto con apoyar la representación en RDF del plan y permitir la consulta del mismo mediante el lenguaje SPARQL, propone además un conjunto de validaciones para determinar si un plan de negocios RDF se encuentra bien diseñado en función de la completitud y consistencia declarada en el modelo BMM. Adicionalmente la Ontología puede contribuir en la integración de componentes de un plan estratégico mediante la homologación de conceptos.

#### (ii) Planes Estratégicos de Organizaciones Similares

Para tener una noción del grado de dominio del estándar BMM en organizaciones chilenas, se analizaron los planes estratégicos de cinco instituciones de educación superior. La Tabla 1 identifica las instituciones consideradas en el estudio junto con el nombre del plan, la duración y la fuente de donde se obtuvo el plan.

**Tabla 1.** Planes Estratégicos de cinco Universidades Chilenas: Universidad Austral de Chile (UACH), Universidad de Bío-Bío (UBB), Universidad de Concepción (UDEC), Universidad de la Frontera (UFRO), Universidad de Talca (UTAL).

UNIVERSIDAD	NOMBRE PLAN	DURACIÓN	FUENTE
UACH	Plan Estratégico 2016-2019	2015 - 2019	Publico / Internet (Austral de Chile, 2016)
UBB	Plan General Desarrollo Universitario	2015 - 2019	Privado / Intranet (del Bío-Bío, 2015)
UDEC	Plan Estratégico Universitario	2016 - 2020	Publico / Internet (Concepción, 2016)
UFRO	Plan de Desarrollo Estratégico	2013 - 2023	Publico / Internet (de la Frontera, 2013)
UTAL	Plan Estratégico	2010 - 2015	Publico / Internet (de Talca, 2015)

Los planes estratégicos de las universidades en estudio presentan una alineación mínima con el estándar BMM; coincidiendo principalmente en los conceptos de Misión, Visión y Objetivo. Este último concepto se denomina "objetivo estratégico" en cuatro de las cinco universidades. También en cuatro universidades usaron el concepto de Meta; sin embargo, no fue usado de manera uniforme. En tres universidades usan el concepto de Estrategia. El análisis resalta la ausencia explícita de los conceptos de: Táctica, Políticas de Negocio y Reglas de Negocio.

En general, este análisis ha demostrado la falta de uniformidad en el uso de la terminología de los planes estratégicos entre diferentes organizaciones. Por ejemplo, el término enfoque estratégico (1/5), eje o eje estratégico (3/5) y línea estratégica (1/5) se refieren a conceptos que son sinónimos o tienen

algún grado de equivalencia. Por otro lado, los planes estratégicos utilizan algunos conceptos que no forman parte del estándar BMM. Por ejemplo, valores institucionales (5/5) y mapa estratégico (2/5).

Tras el análisis de los planes estratégicos de las cinco universidades, aun siendo todas instituciones de educación superior que están bajo la supervisión de una institución gubernamental como el Ministerio de Educación, podemos precisar que han desarrollado su propia cultura organizacional y utilizan sus propios conceptos para su plan estratégico. Pero el sentido de dichos conceptos es similar en cada institución. En este punto se distingue la utilidad de contar con un estándar que permita comparar organizaciones que se desenvuelven bajo una misma área, en este caso la educación superior, donde una ontología puede ser la base para homologar conceptos equivalentes y establecer restricciones.

## 1.5 Resultados (Publicaciones, aplicaciones)

El sentido de toda investigación es difundir los resultados y publicar nuevos conocimientos, nuestro trabajo nos ha permitido participar de un encuentro, un congreso y el envío de un trabajo a revista, a continuación se detalla:

### Congresos

- Muñoz, Caro & Gutiérrez, Representación y Procesamiento de Planes Estratégicos mediante Estándares y Tecnologías de la Web Semántica Una Revisión Sistemática de la Literatura, INFONOR 2017, Arica 16-20 de octubre de 2017.
- Muñoz, Caro & Gutiérrez, Representación y Procesamiento de Planes Estratégicos mediante Estándares y Tecnologías de la Web Semántica Una Revisión Sistemática de la Literatura, VI Encuentro de Investigación de Estudiantes de Postgrado UBB 2017, Concepción 22-24 de noviembre de 2017.

### Revista ISI

- Muñoz, Angles, Caro & Gutiérrez, An ontology for the Business Motivation Model, ELSEVIER Journal of Web Semantics, en revision.

## 1.6 Organización del documento

El resto de la tesis se encuentra organizada de la siguiente manera: El Capítulo 2 cubre la descripción de las metodologías de trabajo utilizadas durante la investigación. En la Sección 2.1 se explica la revisión sistemática de la literatura, mientras que en la Sección 2.2 se presenta la metodología Methontology para elaborar ontologías y en la Sección 2.3 se describe la realización del Estudio de Caso.

En el Capítulo 3 se presentan antecedentes preliminares para definir principales conceptos y áreas en estudio, en la Sección 3.1 se define el concepto de planes de negocio, en la Sección 3.2 se describe el estándar BMM, en la sección 3.3 se dan a conocer los principales estándares y tecnologías de la Web Semántica.

En el Capítulo 4 se presenta el estado del arte obtenido por medio de la realización de la revisión sistemática de la literatura, en la Sección 4.1 un resumen estadístico de la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), en la sección 4.2 se presenta una categorización del uso de las tecnologías en estudio,

destacando los usos en Ingeniería de Software, Gestión Empresarial y mediante Ontologías. En la Sección 4.3 se presenta la discusión de resultados obtenidos.

El Capítulo 5 considera la propuesta: Una Ontología de BMM que se desglosa comenzando por la Sección 5.1 Ontología, que aborda la tabla de conceptos y el modelo de clases, la Sección 5.2 se refiere a los Planes de Negocio, bajo la perspectiva Ontológica del BMM considerando las restricciones del Modelo. La Sección 5.3 expone un set de ejemplos de uso para consultar un PE con SPARQL.

El Capítulo 6 abarca los detalles del prototipo de herramienta para crear planes estratégicos usando la ontología, comenzando por la Sección 6.1 Características Generales del Prototipo de Herramienta, para continuar con la Sección 6.2 Base de Datos del Prototipo de Herramienta, este capítulo finaliza con la Sección 6.3 Pantallas Principales del Prototipo de Herramienta.

El Capítulo 7 Estudio de Caso considera el diseño y aplicación del caso para la unidad en estudio “Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de Información”.

Finalmente en el Capítulo 8 se entregan las conclusiones de la investigación, las cuales incluyen en la Sección 8.1 el Análisis de los Objetivos Propuestos/Cumplidos de la Tesis, en la Sección 8.2 destacan los principales aportes de la tesis, para terminar con la Sección 8.3 Trabajos Futuros que describe las posibilidades y desafíos planteados para el futuro.

## **Capítulo 2**

### **Metodología de Trabajo**

---



### 2.1.1 Planificación de la revisión

El propósito específico de la planificación de la RSL es definir los parámetros más importantes que serán tomados en cuenta para llevar a cabo la revisión, evitando posibles sesgos o ambigüedades. Las tareas que se realizaron durante esta etapa son las siguientes:

- **Identificar la necesidad de revisión:** La subetapa establece el objetivo de la RSL, definiendo además, la o las preguntas de investigación, términos de búsqueda y las fuentes donde se realizará la RSL.
- **Definición de un protocolo de búsqueda:** La subetapa establece los criterios para buscar trabajos que respondan la interrogante de investigación. El protocolo considera: términos de búsqueda, combinaciones de los términos, Estrategias de búsqueda y Registro de los resultados.
- **Definición de un protocolo de revisión:** La subetapa establece los métodos que serán usados para realizar la RSL de los trabajos preliminares encontrados mediante el protocolo de búsqueda. Evitando en la medida de lo posible los prejuicios y expectativas del investigador. El protocolo considera: Normas de revisión, Criterios de inclusión, Criterios de exclusión, Estrategia de extracción de datos, registro de los resultados.
- **Evaluación de la planificación:** La subetapa consiste en hacer una valoración objetiva de la planificación, habitualmente entre pares investigadores o en proyecto de título entre el estudiante y el tutor o guía del proyecto.

### 2.1.2 Desarrollo de la revisión

En esta etapa se lleva a cabo la revisión propiamente tal. Su desarrollo está guiado por la planificación de la revisión. Sin embargo, y ya que es un proceso flexible, es posible incluir cambios que mejoren su desempeño. A continuación, se definen las sub-etapas que contempla el desarrollo de la revisión (Caro et al., 2005).

- **Búsqueda de estudios primarios:** La búsqueda de estudios primarios se debe realizar en base al protocolo de búsqueda que fue definido para ello. El conjunto de publicaciones consideradas relevantes se deberá dejar accesible para la siguiente etapa.
- **Selección de estudios primarios:** La selección de los estudios debe hacerse en base al protocolo de revisión definido. Este proceso será guiado por los criterios de inclusión y exclusión, dependiendo de los intereses del proyecto es recomendable registrar los motivos de exclusión.
- **Extracción y gestión de datos:** La extracción de datos fue realizada, de acuerdo con lo definido en el protocolo de revisión, debiendo registrar la información necesaria para la gestión, destacando la bibliografía, ubicación del documento, información del autor.
- **Síntesis de datos:** La síntesis de datos consiste en registrar la información extraída de los estudios primarios sintetizando los datos en el enfoque que se desea dar a la presentación del estado del arte. Habitualmente la síntesis considera tablas y gráficos para ilustrar los resultados.

### 2.1.3 Publicación de los resultados

La publicación de los resultados corresponde a la utilización de los logros de la RSL, para la difusión del conocimiento obtenido. Idealmente se espera comunicar los resultados, a través de conferencias, publicaciones de artículos o de un informe técnico.

## 2.2 Methontology

Para elaborar la Ontología BMM se tuvo en consideración Methontology, una metodología desarrollada por el Grupo de Ingeniería Ontológica de la Universidad Politécnica de Madrid que permite construir ontologías en el nivel de conocimientos (Fernández et al., 1997).

La metodología propone conceptualizar las ontologías utilizando un conjunto de representaciones intermedias tabulares y gráficas. Dichas representaciones intermedias permiten modelar los componentes que se describen a continuación: (Corcho et al., 2005).

**Los conceptos** son objetos o entidades, considerados desde un punto de vista amplio. Los conceptos de una ontología están normalmente organizados en taxonomías en las cuales se pueden aplicar mecanismos de herencia.

**Las relaciones** representan un tipo de asociación entre conceptos del dominio. Si la relación une dos conceptos se denomina relación binaria. Una relación binaria relevante es Subclase-de, que se utiliza para construir taxonomías de clase.

**Las instancias** se utilizan para representar individuos en la ontología. Las relaciones también se pueden instanciar.

**Las constantes** son valores numéricos que no cambian en un largo período de tiempo.

**Los atributos** describen propiedades. Se pueden distinguir dos tipos de atributos: de instancia y de clase.

Los atributos de instancia describen propiedades de las instancias de los conceptos, en las cuales toman su(s) valor(es). Estos atributos se definen en un concepto y se heredan a sus subconceptos e instancias.

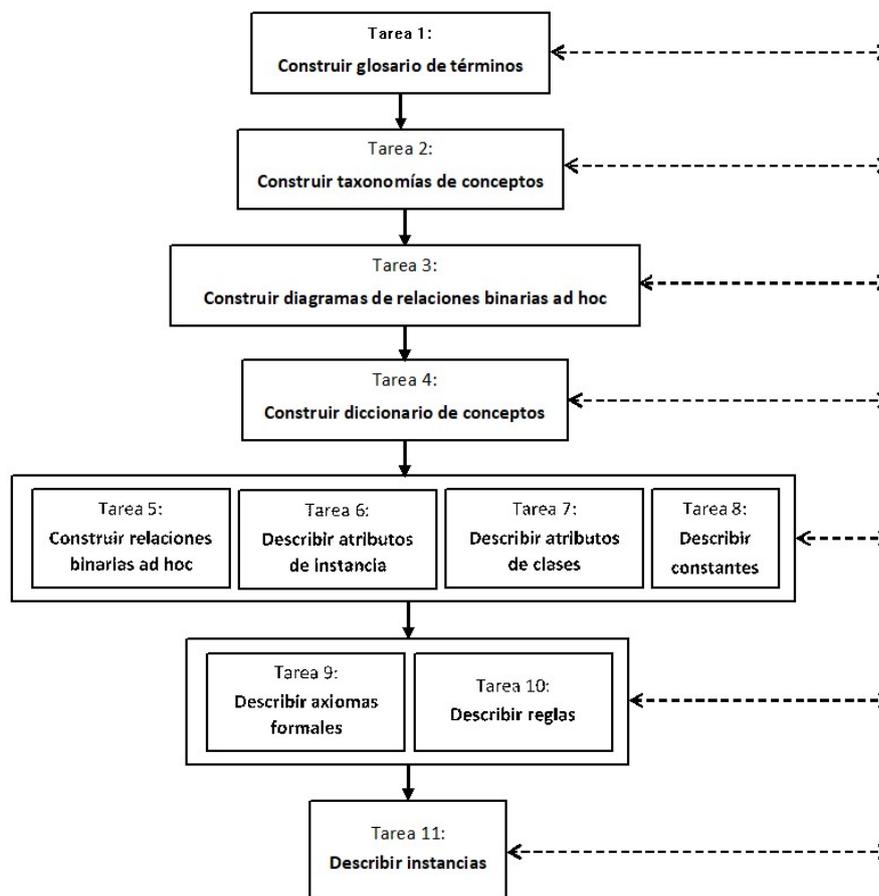
Los atributos de clase describen conceptos y toman su(s) valor(es) en el concepto en el cual se definen. Estos atributos no se heredan ni a los subconceptos ni a las instancias.

**Los axiomas formales** son expresiones lógicas siempre verdaderas que suelen utilizarse para definir restricciones en la ontología.

**Las reglas** se utilizan normalmente para inferir conocimientos en la ontología, tales como valores de atributos, instancias de relaciones, etc.

### 2.2.1 Conceptualización de una ontología

Para asegurar en cierta medida la consistencia y completitud de la ontología que se construye, las metodologías recomiendan realizar una serie de tareas en un orden determinado. La Figura 1 presenta las tareas propuestas por Methontology para la actividad de conceptualización, haciendo énfasis en los componentes (conceptos, atributos, relaciones, constantes, axiomas formales, reglas e instancias) que se construyen en cada una de las tareas. El orden propuesto en la figura no es estrictamente secuencial (Corcho et al., 2005).



**Figura 1.** Tareas incluidas en la conceptualización de METHONTOLOGY (Corcho et al., 2005).

**Tarea 1: Construir el glosario de términos.** El autor de la ontología en esta tarea debe construir un glosario de términos que incluye todos los términos relevantes del dominio (conceptos, instancias, atributos, relaciones entre conceptos, etc.), sus descripciones en lenguaje natural y sus sinónimos.

**Tarea 2: Construir taxonomías de conceptos.** Una vez que el glosario de términos contiene suficientes términos, el autor de la ontología debe construir la taxonomía de concepto. Para ello, se seleccionan términos del glosario del tipo conceptos y se analiza cómo estos se vinculan utilizando los siguientes tipos de relaciones:

- Subclase-de, un concepto  $C_1$  es Subclase-de un  $C_2$  si y solo si todas las instancias de  $C_1$  también son instancias de  $C_2$ .
- Descomposición-Disjunta de un concepto  $C$  es un conjunto de sub-conceptos de  $C$  que no tienen instancias comunes y que no cubren  $C$ , es decir, puede haber instancias del concepto  $C$  que no son instancias de ninguno de los conceptos que forman la descomposición.
- Descomposición-Exhaustiva de un concepto  $C$  es un conjunto de sub-conceptos de  $C$  que lo cubren, es decir, tal que no existe ninguna instancia de  $C$  que no sea instancia de al menos uno de los conceptos de la descomposición, los conceptos que pertenecen a este conjunto pueden tener instancias y sub-conceptos comunes.

- Partición de un concepto C es un conjunto de sub-conceptos de C que no tienen instancias ni sub-conceptos comunes y que cubren C.

**Tarea 3: Construir diagramas de relaciones binarias ad hoc.** Una vez construida y evaluada la taxonomía, la actividad de conceptualización propone construir diagramas de relaciones binarias ad hoc. El objetivo de este diagrama es establecer las relaciones ad hoc existentes entre conceptos de la misma o de distintas taxonómicas de conceptos.

**Tarea 4: Construir el diccionario de conceptos.** Una vez que las taxonomías de conceptos y los diagramas de relaciones binarias ad hoc se han generado, se debe especificar cuáles son las propiedades que describen cada concepto de la taxonomía, así como las relaciones identificadas en el diagrama de la tarea anterior y las instancias de cada uno de los conceptos.

**Tarea 5: Describir las relaciones binarias ad hoc.** El objetivo de esta tarea es describir en detalle todas las relaciones binarias ad hoc identificadas en el diagrama de relaciones binarias e incluidas en el diccionario de conceptos. Para cada relación binaria ad hoc, se debe especificar su nombre, los nombres de sus conceptos de origen y destino, su cardinalidad y su relación inversa, si existe.

**Tarea 6: Describir los atributos de instancia.** El objetivo de esta tarea es describir en detalle todos los atributos de instancia incluidos en el diccionario de conceptos, donde cada fila de la tabla contiene la descripción detallada de estos. Por cada atributo de instancia, se debe especificar su nombre, el concepto al que pertenece el atributo (los atributos son locales a los conceptos), su tipo de valor, su rango de valores (en el caso de atributos numéricos), y sus cardinalidades mínima y máxima.

**Tarea 7: Describir los atributos de clase.** El objetivo de esta tarea es describir en detalle todos los atributos de clase incluidos en el diccionario de conceptos. Para cada atributo, se debe rellenar la siguiente información: nombre del atributo, nombre del concepto, donde el atributo se define, tipo de valor, cardinalidad y valor.

**Tarea 8: Describir las constantes.** El objetivo de esta tarea es describir en detalle cada una de las constantes identificadas en el glosario de términos. Para cada constante, se debe especificar su nombre, tipo de valor, valor y unidad de medida en el caso de constantes numéricas.

**Tarea 9: Definir los axiomas formales.** Para realizar esta tarea, el desarrollador de ontologías debe identificar los axiomas formales que son necesarios en la ontología y describirlos de manera precisa. Para cada definición de axioma formal, se propone especificar la siguiente información: nombre, descripción en lenguaje natural, expresión lógica que define de manera formal el axioma usando lógica de primer orden, y los conceptos, atributos y relaciones ad hoc utilizadas en el axioma, así como las variables utilizadas.

**Tarea 10: Definir las reglas.** De manera similar a la tarea previa, en esta tarea el autor de la ontología debe identificar en primer lugar qué reglas se necesitan en la ontología, y describirlas en una tabla. Para cada regla, se propone incluir la siguiente información: nombre, descripción en lenguaje natural, expresión que describe formalmente la regla, y conceptos, atributos y relaciones ad hoc utilizados en la regla, así como las variables usadas. Methontology propone especificar las expresiones de las reglas utilizando el formato si <condiciones> entonces <consecuente>. La parte izquierda de la regla es una conjunción de condiciones simples, mientras que la parte derecha es una simple expresión de un valor de la ontología.

**Tarea 11: Describir las instancias.** Una vez que el modelo conceptual de la ontología ha sido creado, se pueden definir las instancias que aparecen en el diccionario de conceptos. Para cada instancia se define: su nombre, el nombre del concepto al que pertenece y los valores de sus atributos de instancia, si se conocen.

Las tareas para el desarrollo de la conceptualización de la ontología mencionadas anteriormente se utilizaron para definir la propuesta: Una Ontología de BMM que se presenta en el Capítulo 5.

### 2.3 Estudio de Caso

Un estudio de caso en ingeniería del software es una investigación empírica que hace uso de múltiples fuentes de evidencia para investigar una instancia de un fenómeno contemporáneo relacionado con la ingeniería del software dentro de su contexto real, específicamente cuando las fronteras entre el fenómeno y su contexto no pueden definirse claramente (Runeson et al., 2012).

El estudio de caso realizado tiene como título: Automatización de la gestión de un PE. El objetivo del estudio es medir el nivel de aceptación del encargado de una unidad administrativa para gestionar un plan estratégico, asistido por herramientas de la Web Semántica. Las principales variables de respuesta observada son nivel de representación del PE en formato RDF y nivel de aceptación sobre la gestión del PE.

El estudio es de tipo observacional o cuasi-experimental. El encargado del PE es integrante de una unidad administrativa al interior de la Organización. Las mediciones se realizan a nivel individual mediante cuestionario y entrevista.

El concepto de cuasi-experimento fue propuesto por primera vez por (Campbell & Stanley, 1966) y fue ampliado más tarde por (Cook & Campbell, 1979). A partir de entonces muchos autores han propuesto definiciones de este concepto, (Kirk & Roger, 1995) afirma que los diseños cuasi-experimentales son similares a los experimentos excepto en que los sujetos no se asignan aleatoriamente a la variable independiente. Se trata de diseños que se utilizan cuando la asignación aleatoria no es posible o cuando por razones prácticas o éticas se recurre al uso de grupos naturales o preexistentes. Por lo tanto, los diseños cuasi-experimentales se utilizan cuando el investigador no puede presentar los niveles de la variable independiente a voluntad ni puede crear los grupos experimentales mediante la aleatorización.

## **Capítulo 3**

### **Antecedentes Preliminares**

---

En el mundo empresarial complejo de hoy en día, la planificación estratégica es indispensable para lograr una gestión eficaz. El entorno exigente y competitivo, caracterizado por, acelerados cambios tecnológicos, manipulación de grandes volúmenes de datos y plazos que cumplir demandan tiempo y recursos para llevar adelante las actividades y reportar su cumplimiento.

Para mayor comprensión de nuestro estudio, en esta sección se definen preliminarmente los principales conceptos en estudio como son: Planes de Negocio, Business Motivation Model (BMM) y Web Semántica.

### 3.1 Planes de Negocio

En (Al-Debei et al., 2008) se define un plan de negocios como una descripción textual o gráfica de los productos o servicios que la organización ofrece, o que ofrecerá, y las acciones necesarias para alcanzar las metas y los objetivos estratégicos. Un plan de negocios se relaciona con la explicación detallada de las diferentes acciones necesarias para implementar el modelo de negocios. Establece un plan escrito desde el punto de vista comercial, financiero y operativo del modelo de negocio.

Una segunda definición de plan de negocios<sup>2</sup> es un documento que especifica los elementos críticos (por ejemplo, objetivos y estrategias) identificados durante la planificación estratégica. Por lo tanto, el plan de negocios se puede utilizar para comunicar los objetivos de la organización, las acciones necesarias para alcanzar esos objetivos y todos los otros elementos críticos desarrollados durante el proceso de planificación estratégica.

En un contexto más amplio, la planificación estratégica es un esfuerzo disciplinado para producir decisiones y acciones fundamentales que dan forma y guían lo que es una organización, lo que hace y por qué lo hace (Bryson, 2004). La esencia de la planificación estratégica formal es la identificación sistemática de oportunidades y amenazas que se encuentran en el futuro, que en combinación con otros datos relevantes proporcionan una base para que una empresa tome mejores decisiones para explotar las oportunidades y evitar las amenazas (Steiner, 1997).

BMM proporciona un esquema o estructura para desarrollar, comunicar y gestionar planes de negocios de manera organizada. El modelo incluye todos los elementos o conceptos involucrados en un plan de negocios. Entre los principales conceptos definidos por BMM podemos mencionar: misión, visión, estrategia, táctica, objetivo, política comercial y regla comercial.

### 3.2 BMM

#### 3.2.1 ¿Qué es BMM?

BMM es un modelo de referencia que puede ser utilizado por las organizaciones para crear sus planes de negocio. En esta sección, definiremos el modelo de BMM, sus componentes o conceptos principales y sus relaciones.

El BMM es el estándar con que OMG representa planes de negocios, incluida su visión, misión, objetivos, estrategia, reglas, políticas y procesos. El BMM define los diferentes componentes de un plan de negocios (misión, visión, metas, objetivos, estrategia, tácticas, etc.) y establece las relaciones entre ellos (ver Figura 2) (OMG, 2015).

---

<sup>2</sup> Algunos autores consideran que un plan de negocios se aplica a organizaciones existentes, y para otros un plan de negocios se utiliza para iniciar un negocio. Se usarán indistintamente.



misión, un curso de acción (una estrategia o táctica) o una directiva (política de negocio o regla de negocio).

Una misión indica la actividad operativa en curso de la empresa y describe lo que la empresa está o hará en el día a día. Un curso de acción es un enfoque o plan para configurar algún aspecto de la empresa que involucra equipos, procesos, ubicaciones, personas, tiempos o motivación para alcanzar los resultados deseados. Los cursos de acción incluyen estrategias y tácticas. Una estrategia es un componente del plan para la Misión. Una estrategia representa el curso de acción esencial para lograr fines (Metas en particular). Una táctica es un curso de acción que representa parte del detalle de las estrategias. Una táctica implementa estrategias. Los cursos de acción se rigen por directivas.

Un Fin es algo que la empresa busca lograr. Un Fin puede ser una Visión o algún Resultado Deseado (una Meta o un Objetivo). La Visión es una imagen general de lo que la organización quiere ser o convertirse. Por lo general, abarca toda la organización y es a largo plazo en su perspectiva. Los Resultados Deseados, por otro lado, son las Metas y Objetivos más específicos que la empresa, o parte de ella, pretende lograr. Una meta es una declaración acerca de un estado o condición de la empresa que se realizará o se mantendrá a través de los medios adecuados. Una Meta amplifica una Visión; es decir, indica lo que se debe satisfacer de forma continua para alcanzar efectivamente la Visión. Una Meta debe ser reducida, lo suficientemente enfocada como para que pueda ser cuantificada por Objetivos. Un Objetivo es una declaración cuantificable y realizable en el tiempo, que la empresa busca cumplir para alcanzar sus Metas.

Las Directivas indican cómo deben llevarse a cabo los cursos de acción. Específicamente, una Directiva define, limita o libera algún aspecto de una empresa. Tiene por propósito asegurar la estructura del negocio o controlar o influir en el comportamiento del negocio, y se establece en forma declarativa. Una directiva incluye reglas de negocio y políticas de negocio. Una política de negocio es una directiva que no es directamente ejecutable, cuyo propósito es gobernar o guiar a la empresa. Una Regla de negocios es una Directiva, destinada a gobernar, orientar o influenciar el comportamiento empresarial, en apoyo de la Política de negocios que se ha formulado en respuesta a una Oportunidad, Amenaza, Fortaleza o Debilidad.

Finalmente, para comprender completamente los elementos de los planes de negocios, es necesario identificar a los influenciadores que los conforman. Esto ayuda a comunicar la intención total de los Medios y explicar el contexto en que fueron formulados. Los Influenciadores pueden ser externos, fuera de los límites organizacionales de las empresas, o internos, dentro de la empresa.

Una Evaluación es un juicio sobre el impacto (o impacto potencial) de un Influenciador que afecta la capacidad de la organización para emplear sus Medios o lograr sus fines. En otras palabras, una Evaluación expresa una conexión lógica (es decir, tipo de hecho) entre Influenciadores y los fines y/o entre los influenciadores y los medios de los planes de negocios. De esta forma, una Evaluación indica qué Influenciadores son relevantes para qué Fines y/o Medios. Finalmente, un Impacto Potencial es una evaluación que cuantifica o califica algún aspecto de una Evaluación en términos específicos, tipos o dimensiones. Las evaluaciones y los posibles impactos brindan un impulso para las Directivas.

### **3.3 Web Semántica**

La World Wide Web (WWW) aparece como un proyecto el año 1989 de la mano Tim Berners-Lee en Suiza, y se ha convertido en una herramienta de uso diario para las personas, superando por mucho y en varios aspectos a medios comparables como la radio, televisión o teléfono. Su versatilidad le ha llevado por todas las áreas del quehacer humano la comunicación, el comercio, la entretención, servicios, cultura, deporte, información por nombrar algunos. La evolución de la WWW ha sido considerable pasando por varias generaciones de tecnologías desde HTML a J2EE o XML por nombrar un par más

conocidas. Convirtiéndose en el almacén de datos digitales más grande del planeta superando a lo impreso (Castells, 2003).

En la actualidad la mayor parte de los contenidos de la WWW se encuentran estructurados para que puedan ser comprendidos por los seres humanos y no para ser tratados de forma automática por las máquinas o sus programas computacionales (Angles, 2015). Situación que no permite comprender las relaciones y semántica de los recursos web. La Web Semántica impulsada por el World Wide Web Consortium (W3C) propone representar el contenido de la web, a través de significados bien definidos, más que recuperar bits desde los servidores, centrándose en el significado de la información e implica una manera de procesarla automáticamente, lo que mejoraría significativamente la calidad de los datos obtenida en las búsquedas de información (Castells, 2003); (Angles, 2015).

La Figura 3 muestra el diseño de capas de la Web Semántica que fue planteado en base a la creación de diversos lenguajes estándares organizados en niveles con la finalidad de representar la información con un significado bien definido, facilitando la cooperación entre las máquinas y las personas.

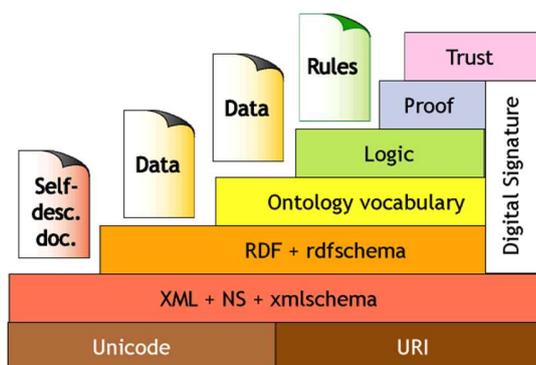


Figura 3. Diseño de capas de la Web Semántica (Grigoris & Harmelen, 2008)

Las tecnologías de las capas inferiores RDF + rdfschema (Unicode, URI, XML + NS + xmlschema) son las que proporcionan lo esencial para representar o codificar los recursos de la web de una forma estándar que facilita la localización y el intercambio al interior de la infraestructura de la Web. La capa Ontology Vocabulary proporcionan mayores elementos para expandir la lógica del esquema RDF (Angles, 2015). Mientras que las capas superiores Logic, Proof, Trust contribuyen en la deducción e inferencia a partir de los datos modelados.

Se puede sintetizar el concepto de Web Semántica como un marco común que permite que los datos se compartan y se reutilicen a través de los límites de la aplicación, la empresa y la comunidad (W3C Recommendation, 2001). El objetivo de la Web Semántica es permitir sistemas de gestión del conocimiento mucho más avanzados. La gestión del conocimiento se ocupa de la adquisición, el acceso y el mantenimiento del conocimiento dentro de una organización (Grigoris & Harmelen, 2008).

A continuación, se presenta mayor detalle de la tecnología de la Web Semántica utilizadas durante la investigación.

### 3.3.1 Resource Description Framework (RDF)

RDF es un modelo de metadato y el lenguaje recomendado por la W3C para representar la información en la Web en una forma más auto-procesable, es decir, a través de la Web Semántica (W3C Recommendation, 2014a); (Gutierrez et al., 2005).

Este modelo se basa en describir los recursos de la Web usando expresiones del tipo sujeto-predicado-objeto. El elemento de construcción básica en RDF es la tripleta o sentencia, que consiste en dos nodos (sujeto y objeto) unidos por un arco (predicado), donde los nodos representan recursos, y los arcos propiedades. El objeto es el valor de la propiedad o el otro recurso con el que se establece la relación, como se muestra en la Figura 4 (Bustamante Jofré, 2011).

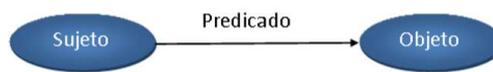


Figura 4. Tripleta RDF (Bustamante Jofré, 2011)

Para entender la definición de tripleta es necesario definir los conceptos de Uniform Resource Identifier (URI), Literal y Nodo Blanco, los cuales se detallan a continuación :

**URI:** De acuerdo con su traducción al español Identificador de Recursos Uniforme. Son cadenas que permiten acceder a cualquier recurso de la Web. Las URIs son las encargadas de identificar cualquier objeto en la Web Semántica.

**Literal:** Los literales son utilizados para identificar valores tales como números, letras y fechas a través de una representación léxica. Un literal puede ser el objeto de una declaración RDF, pero no el sujeto o el predicado.

**Nodo Blanco:** Un nodo blanco es un nodo de RDF que en sí no contiene ningún dato, pero sirve como un nodo principal de una agrupación de datos.

Definida su composición se puede considerar que un conjunto de triples RDF puede representarse gráficamente como un grafo etiquetado donde los nodos representan recursos o valores y las aristas representan propiedades. La Figura 5 muestra un grafo RDF que describe información sobre obras de arte y artistas, incluyendo los triples de ejemplo.

En (Angles, 2015) se señala que no existe una forma estándar de representar grafos RDF gráficamente, por lo que usa el formato de la Figura 5. Es decir, se utilizan nodos ovalados para representar recursos (URIs y nodos blancos), nodos rectangulares para representar literales y las aristas representarán las propiedades.

El formato de codificación RDF para la Figura 5 corresponde al N-Triples (N3) uno de los estándares de codificación del modelo de datos, donde podemos apreciar algunos triples por ejemplo (W3C Recommendation, 2014b):

- a. En la esquina superior derecha se aprecia en un nodo rectangular que representa al literal “Leonardo da Vinci” que corresponde al objeto del triple.
- b. La arista etiquetada `dbpprop:name` corresponde a una propiedad equivalente al predicado del triple, que para el caso particular, la propiedad es “nombre” está dirigida hacia el literal “Leonardo da Vinci”.
- c. El origen de la arista, corresponde a un nodo ovalado que representa al sujeto del triple “`dbpedia:Leonardo_da_vinci`”.

Se puede observar otros triples en el grafo dirigido, en la parte inferior derecha de la Figura 5 vemos el triple `dbpedia:Michelangelo, dbpprop:name, “Miguelangelo Buonarroti”`. Sujeto, predicado, objeto.

Los prefijos dbpedia, dbpprop permiten abreviar las URIs por ejemplo dbpprop:name es equivalente a <http://dbpedia.org/property/name>.

### 3.3.2 RDF Schema

Resource Description Framework Schema (RDFS) se puede comprender teniendo como referencia una base de datos que se compone de un esquema y de una instancia. El esquema describe la estructura de los datos y la instancia se refiere a los datos en sí. En el caso particular de una base de datos RDF el esquema se describe utilizando un conjunto de términos definidos por RDFS y la instancia por un conjunto de grafos RDF (Angles, 2015).

Lo anterior, gracias a que RDFS es una extensión de RDF que permite definir vocabulario para describir recursos y sus propiedades para un dominio de aplicación particular (Angles, 2015); (Grigoris & Harmelen, 2008).

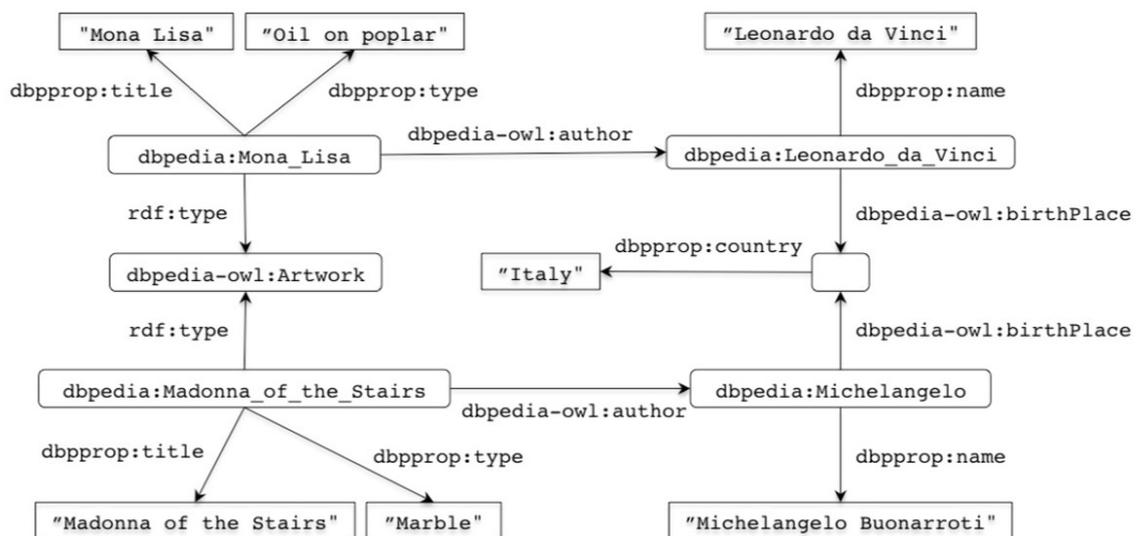


Figura 5. Ejemplo de grafo RDF (Angles, 2015)

El vocabulario RDF Schema puede dividirse en seis grupos de términos: clases estándar de recursos y propiedades, términos para describir relaciones entre clases de recursos y propiedades, términos para describir contenedores, términos para describir colecciones, términos para descripción explícita de triples, y términos utilitarios. La lista completa de términos puede consultarse en la especificación W3C de RDF Schema (W3C Recommendation, 2014c).

Previamente a revisar unos ejemplos de (Angles, 2015), se debe tener presente que los prefijos rdf y rdfs son usados en dicho documento como abreviación de los URIs <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns/> y <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema/>, los que hacen referencia a los espacios de nombre RDF y RDF Schema, respectivamente.

Las principales clases que forman parte del vocabulario RDFS y permiten declarar recursos y propiedades son:

- `rdfs:Resource` : la clase de los recursos (representa cualquier elemento).
- `rdfs:Literal` : la clase de los literales (valores atómicos)
- `rdfs:Class` : la clase de todas las clases
- `rdf:Property` : la clase de las propiedades RDF.
- `rdf:Statement` : la clase de las declaraciones o afirmaciones RDF.

Se observa la flexibilidad del modelo RDF con algunos ejemplos donde utiliza las definiciones de RDFS para declarar nuevos términos y relaciones entre clases, por ejemplo (Angles, 2015):

- `rdfs:Resource rdfs:type rdfs:Class`  
El sujeto es un recurso que es una instancia de una clase (objeto).  
Ejemplo `dbpedia-owl:Artist rdfs:type rdfs:Class`
- `rdfs:Class rdfs:subClassOf rdfs:Class`  
El sujeto es subclase del objeto.  
Ejemplo `dbpedia-owl:Painter rdfs:subClassOf dbpedia-owl:Artist`
- `rdf:Property rdfs:domain rdfs:Class`  
Indica que el objeto es el dominio de una propiedad (sujeto).  
Ejemplo `dbpedia-owl:creates rdfs:domain dbpedia-owl:Artwork`

RDFS permite declarar la noción de herencia a través de los términos `rdfs:SubClassOf` y `rdf:subPropertyOf`. Las relaciones de subclase permiten inferir ciertas propiedades que no están declaradas implícitamente (Angles, 2015).

### 3.3.3 **Ontology Web Language (OWL)**

En el contexto general, una ontología (ontology) se refiere a la descripción exacta de entidades y sus relaciones. En el contexto de la Web Semántica, una ontología consiste en una descripción exacta de clases de recursos, clases de propiedades y las relaciones entre dichas clases (Angles, 2015).

OWL define un vocabulario más completo y complejo que RDF Schema para describir ontologías de un área o dominio de conocimiento particular. Por ejemplo, OWL permite definir relaciones entre clases (ejemplo unión), así como restricciones y características de propiedades (ejemplos simetría, cardinalidad).

OWL se divide en tres sub-lenguajes: OWL Lite, que permite definir clasificación jerárquica y restricciones simples; OWL DL, que entrega mayor expresividad, pero manteniendo completitud computacional (decibilidad) y resolubilidad (tiempo finito y razonable); y OWL Full, que entrega la máxima expresividad sin garantías computacionales.

En adición a la clase estándar definida por RDF Schema, OWL Lite define tres clases principales, *owl:Class*, *owl:Thing* y *owl:Nothing*. A continuación algunos ejemplos de términos definidos en OWL Lite.

- `owl:Class owl:equivalentClass owl:Class`  
Indica que dos clases son equivalentes, por ejemplo: `ex:Trabajador owl:equivalentClass ex:Empleado`.
- `rdf:Property owl:equivalentProperty rdf:Property`

Indica que dos propiedades son equivalentes, por ejemplo: `ex:trabaja_para owl:equivalentProperty ex:labora_para`.

- `rdfs:Resource owl:sameAs rdfs:Resource`

Indica que dos recursos representan a la misma entidad, por ejemplo: `dbpedia:Leonardo_da_Vinci owl:sameAs fbase:Leonardo_da_Vinci`

- `rdf:Property owl:inverseOf rdf:Property`

Define que una propiedad es la inversa de otra propiedad. Si se define que `p1` es la propiedad inversa de `p2` significa que, si existe un triple `(x; p2; y)`, entonces se puede inferir el triple `(y; p1; x)`, por ejemplo: `dbpedia-owl:autor_of owl:inverseOf dbpedia-owl:autor`

- `rdf:Property rdf:type owl:TransitiveProperty`

Indica que una propiedad es transitiva. Si `p` es una propiedad transitiva significa que, si se tienen los triples `(x; p; y)` e `(y; p; z)`, entonces se puede inferir el triple `(x; p; z)`, por ejemplo: `ex:descendiente rdf:type owl:TransitiveProperty`.

Existen numerosas ontologías en la actualidad, entre las que destacan: FOAF<sup>4</sup>, SIOC<sup>5</sup>, dc<sup>6</sup> y purl<sup>7</sup>.

### 3.3.4 SPARQL

Distintos lenguajes de consulta han sido propuestos para RDF, la mayoría de ellos basados en lenguajes de clásicos como SQL y OQL. En la actualidad SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) es el lenguaje de consulta estándar para datos RDF. La especificación W3C de la primera versión de SPARQL, la cual denominaremos SPARQL 1.0 (W3C Recommendation, 2008), fue publicada en enero de 2008. Esta versión define los elementos fundamentales del lenguaje, principalmente la noción de patrones de grafo. En marzo de 2013, se presentó SPARQL 1.1 (W3C Recommendation, 2013) cuya especificación define operadores que permiten consultas más complejas como agregación, sub-consultas y consultas de caminos.

En esta sección se describen los elementos básicos que definen el lenguaje SPARQL. Se presentan también, algunos ejemplos básicos de la sintaxis del lenguaje.

SPARQL asume cuatro dominios de datos: (i) el dominio de los recursos RDF, el cual contiene entidades cada una identificada por un URI; (ii) el dominio de los literales RDF, el cual incluye valores atómicos simples (ej. cadenas, números, fechas, etc.); (iii) el dominio de los nodos blancos RDF, el cual contiene recursos anónimos; (iv) el dominio de las variables, cada una de las cuales tiene un nombre de la forma `?V`, y puede tener asignado un valor de algunos de los otros tres dominios.

SPARQL se basa en buscar coincidencias de patrones de grafo sobre múltiples fuentes de datos RDF. Por ejemplo, la expresión de la Figura 6 es una consulta SPARQL que retorna los nombres de personas cuya edad es mayor a 21.

<sup>4</sup> <http://xmlns.com/foaf/spec/index.rdf> the Friend Of A Friend.

<sup>5</sup> <http://sioc-project.org/> Socially Interconnected Online Communities

<sup>6</sup> <http://purl.org/dc/elements/1.1/> Dublin Core

<sup>7</sup> <http://purl.org/goodrelations/v1> Good Relations

---

```

PREFIX sn: <http://www.socialnetwork.org/>
SELECT ?N
FROM <http://www.socialnetwork.org/sndata.rdf>
WHERE {{?X sn:type sn:Person . ?X sn:name ?N} .
        {?X sn:age ?A . FILTER (?A > 21)}}
ORDER BY ?N

```

---

**Figura 6.** Ejemplo de consulta RDF (Angles, 2015).

Una consulta SPARQL se representa sintácticamente por un bloque consistente de:

- cero o más declaraciones de prefijos (ejemplo PREFIX)
- un tipo de consulta (ejemplo SELECT)
- cero o más cláusulas de dataset (ejemplo FROM ...)
- una cláusula WHERE que contiene un patrón de grafo, y
- modificadores de solución (ejemplo ORDER BY...)

Una declaración de prefijo permite asignar un prefijo (ejemplo sn) a una URI (ejemplo <http://www.socialnetwork.org/data/>). El uso de prefijos solo permite simplificar la representación de URIs en los otros elementos de la consulta (ejemplo sn:name)

La Figura 7 muestra un ejemplo de consulta SPARQL<sup>8</sup> que soporta composición de patrones para responder la consulta “retornar el nombre de las personas que tienen un amigo llamado “Joey”. El bloque que compone la consulta considera: un prefijo, un tipo de consulta SELECT, una cláusula FROM, una cláusula WHERE, y una cláusula ORDER BY que establece el orden de una secuencia de solución.

---

```

PREFIX sn: <http://www.socialnetwork.org/>
SELECT ?N
FROM <http://www.socialnetwork.org/sndata.rdf>
WHERE {?X sn:type sn:Person . ?X sn:name ?N} .
        {?X sn:friend ?Y . ?Y sn:name "Joey"}
ORDER BY ?N

```

---

**Figura 7.** Ejemplo de consultas RDF composición de patrones (Angles, 2015).

---

<sup>8</sup> Tutorial SPARQL disponible en <https://jena.apache.org/tutorials/sparql.html>.

### 3.3.5 **Linked Data**

Linked Data en español “Datos Enlazados o Vinculados” es un método de publicación de datos que hace posible que las Tecnologías de la Web Semántica (RDF, OWL, SPARQL, etc.) alcancen sus objetivos de permitir que los datos se compartan, se reutilicen y estén disponibles para que aplicaciones pueden consultarlos, hacer inferencias y utilizar sus vocabularios. Para Berners-Lee (Berners-Lee, 2006) la Web Semántica no se trata solo de poner datos en la web. Se trata de hacer enlaces para que una persona o máquina pueda explorar la red de datos.

La W3C (W3C Recommendation, 2015) apoya la iniciativa de contar con un formato estándar, accesible y manejable por las herramientas de la Web Semántica. Ya que no solo se necesita acceder a los datos, sino que las relaciones entre los datos también deberían estar disponibles. Esta colección de conjuntos de datos interrelacionados en la Web también puede denominarse Datos Vinculados.

En la actualidad, el concepto de la Web de datos enlazados ha aparecido como un mecanismo para hacer datos en RDF públicamente disponibles mediante la utilización del protocolo HTTP. Este concepto ha ganado fuerza después de la publicación de recursos como DBpedia, Bio2RDF, etc., y por el anuncio de gobiernos en su decisión de hacer públicos sus datos (Open Data), en un conjunto de iniciativas de Gobierno Abierto.

Es conveniente aclarar que Linked Data, hace referencia a que los datos están enlazados mediante tecnologías de Web Semántica, en particular RDF, que es el estándar que utiliza para describir los recursos web, especificar metadatos y representar información. El RDF tiene como modelo de datos el grafo. A la vez este conjunto de buenas prácticas para la publicación de datos, no implica que sea gratuito, de utilización libre o abiertos. Una empresa puede publicar como Linked Data al interior de su red privada.

## **Capítulo 4**

### **Estado del Arte**

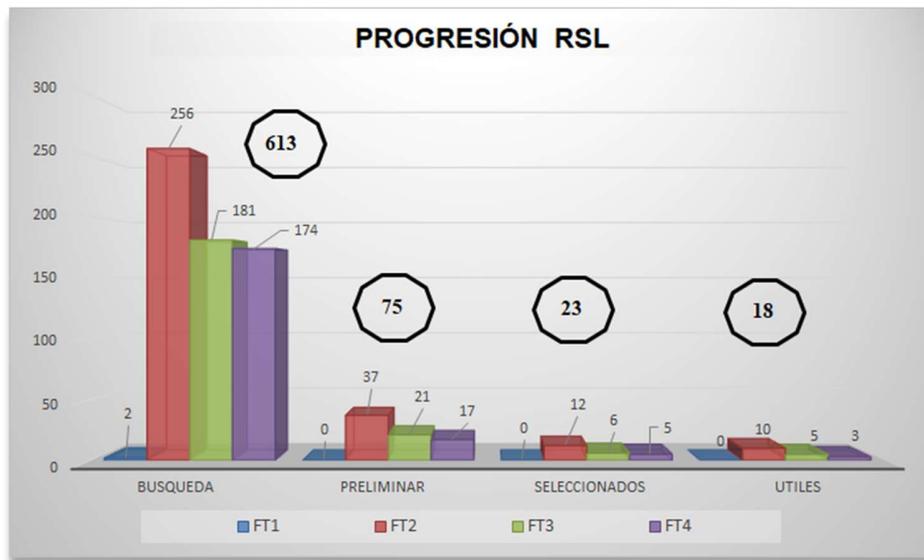
---

A continuación, se discute el estado del arte sobre el cual se sustenta esta tesis. La literatura considerada se obtuvo mediante una revisión sistemática de la literatura (ver Capítulo 2, Sección 2.1).

Este capítulo se ha estructurado de la siguiente forma. En la Sección 4.1 se presentan los resultados de la RSL, mientras que la Sección 4.2 se discuten los hallazgos bibliográficos de la RSL. Finalmente, en la Sección 4.3 se discuten los resultados obtenidos en la revisión.

## 4.1 Resultados de la RSL

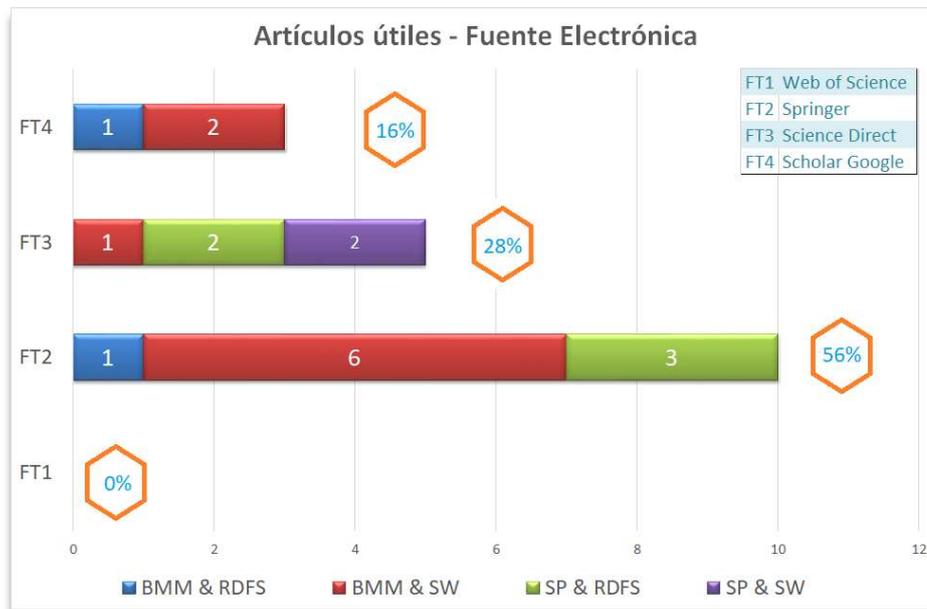
A continuación, se muestran los resultados de la RSL. El detalle de la planificación de esta puede ser leído en el Anexo A. La revisión de trabajos fue realizada mediante la búsqueda de cada combinación de términos en cada fuente especificada en el protocolo de búsqueda (Anexo A, Sección 1). La Figura 8 muestra la progresión de la RSL, registrando 613 documentos en el primer filtrado, 75 candidatos durante la etapa de revisión preliminar y un total de 23 trabajos seleccionados. Finalmente, fueron considerados como útiles 18 artículos para responder la interrogante de investigación ¿Es posible modelar y procesar planes estratégicos usando estándares y tecnologías de la Web Semántica?



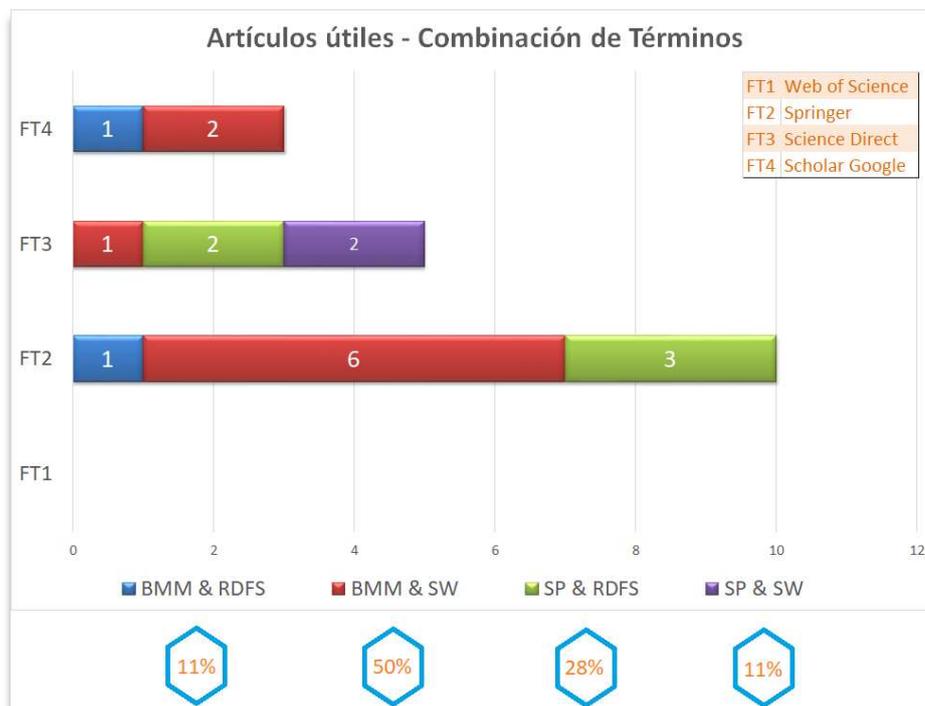
**Figura 8.** Progresión de la RSL según fuente electrónica Web of Science (FT1), Springer (FT2), Science Direct (FT3), Scholar Google (FT4) (Muñoz, Caro, & Gutiérrez, 2017).

El detalle estadístico de los 18 artículos útiles que son la base para establecer el estado del arte, organizados desde la perspectiva de la fuente electrónica se desglosan a continuación (ver Figura 9), un 56% de los artículos proviene de la fuente electrónica 2 (FT2), un 28% de los artículos correspondió a la fuente electrónica 3 (FT3), seguido de la fuente electrónica 4 (FT4) con un 16% de los artículos, destacando que la fuente electrónica 1 (FT1) no registró artículos útiles.

Un segundo análisis estadístico de los artículos útiles, ahora desde la perspectiva de la combinación de términos, se registra en la Figura 10. La combinación que más aportó corresponde a “BMM & SW” con un 50% de los artículos útiles, la segunda combinación de términos corresponde a SP&RDFS con un 28% de los útiles, finalmente en igual porcentaje 11% las combinaciones “BMM” & “RDFS” y “SP & SW”.



**Figura 9.** Artículos útiles – según fuente Web of Science (FT1), Springer (FT2), Science Direct (FT3), Scholar Google (FT4) (C. Muñoz et al., 2017).



**Figura 10.** Artículos útiles – según combinación de términos. Business Motivation Model (BMM), Resource Description Framework Schema (RDFS), Semantic Web (SW) y Strategic Plan (SP) (C. Muñoz et al., 2017).

El resumen estadístico de la RSL permite apreciar el proceso sistemático destinado a la revisión de la bibliografía (búsqueda, preliminar, seleccionados y útiles) siguiendo los protocolos de búsqueda y revisión establecidos para examinar las fuentes electrónicas mencionadas mediante la combinación de términos en busca del estado del arte de la investigación.

## 4.2 **Discusión Bibliográfica**

En esta Sección se presenta los principales trabajos que plantean propuestas relacionadas con representar y gestionar un PE mediante las tecnologías de la Web Semántica. La RSL registró escasos antecedentes que conecten BMM y la Web Semántica. Sin embargo, se muestran intentos parciales de vincular elementos de un PE con representaciones ontológicas mediante el uso de esquemas RDF. A continuación, se realiza un análisis de los principales artículos organizados en áreas o categorías de uso de las tecnologías, que dan cuenta de la vinculación entre ambos estándares. La sección está organizada en subsecciones, la primera considera la motivación empresarial alineada con las Tecnologías de Información, en segundo lugar se trata la categoría Gestión Empresarial, seguido del enfoque Model Driven Architecture con énfasis en aspectos del negocio, para luego dar paso a un análisis del potencial de las Ontologías y finalmente, Web Service como una alternativa a considerar frente a Web Semántica.

### 4.2.1 **Motivación Empresarial Alineada con las Tecnologías de Información**

El desafío para los desarrolladores de sistemas de información es mantener alineados la Motivación Empresarial y las Tecnologías de Información (TI). Es en este campo donde se encuentran trabajos que justifican combinar los estándares estudiados para el desarrollo de sistemas de información.

En (Hinkelmann et al., 2016) se promueve un cambio de paradigma para el desarrollo de sistemas de información futuros con una visión conjunta tanto del modelo gráfico interpretable por humanos conocido como Business Architecture (BA) y la representación formal interpretable por máquina conocida como Business Ontology (BO), en búsqueda de una alineación continua de los negocios y las TI.

La propuesta descrita en (Veres et al., 2010) aborda la alineación de TI con la estrategia de negocio desde la perspectiva de la ingeniería de requisitos, extendiendo el modelo B-SCP (Business Strategic, Context and Process), a través del modelo de datos RDF con la semántica OWL describiendo una estructura de datos mediante una Ontología para representar los requisitos y las reglas complejas que los mapean juntos, permitiendo una completa validación de la descomposición de requisitos mediante las tecnologías de la Web Semántica. El trabajo considera el análisis de VMOST (Vision, Mission, Objective, Strategic, Tactic) (Bleistein, 2006), técnica de alineación organizacional y la estructura del modelo BMM (OMG, 2015).

Kalcas es un marco para apoyar la alineación de la BA y la Arquitectura de la Información (AI), otra forma de referirse sobre la BO. El artículo menciona el metamodelo Tartarus, un enfoque Model Driven Architecture (MDA) para el análisis de la BA. Los esfuerzos están puestos en alinear ambos intereses, ya que tienen impacto directo en la agilidad de la organización (Castellanos & Correal, 2012).

Estos trabajos muestran que es posible combinar los estándares impulsados por la OMG y W3C desde la perspectiva de la Ingeniería de Software, para asistir los procesos de ingeniería de requerimientos en el seguimiento y trazabilidad de los requisitos para mantener la alineación entre las TI y la motivación del negocio.

### 4.2.2 **Gestión Empresarial**

Esta categoría analiza cómo se han utilizado algunos componentes reguladores de un plan estratégico para automatizar tareas, actividades o procesos que colaboran con la gestión empresarial.

En (El Kharbili & Pulvermueller, 2012) se propone automatizar la gestión del cumplimiento de la normativa en procesos de negocio, utilizando como concepto regulador las políticas de negocio, con influencia del BMM. La propuesta denominada CASE (Context, Accion, Subject, Entity) fue diseñada para la extracción de la política en forma abstracta de un documento regulatorio, traduciendo la

regulación mediante un lenguaje de modelado que permite expresar el contexto y reglas de la política para velar por el cumplimiento. La implementación describe la introducción de dos ontologías para las políticas y para las reglas de modelado sobre un proyecto denominado Super BPM, que incorpora semántica a la administración de procesos de negocios mediante ontologías.

El enfoque (Sunkle et al., 2014) para empresas modernas en entornos dinámicos, considera que deben tener una dirección alternativa frente a los cambios. Por lo que propone a las directivas de una BA como eje regulador. El modelamiento y análisis de directivas con el apoyo de un modelo visual y la representación ontológica, hace posible su estudio en el contexto empresarial, lo que permite regular cursos de acción. El método propuesto considera la trazabilidad de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo, sobre normas que implementan una directiva. En (Markovic et al., 2009) coinciden con la relevancia que tienen las políticas y reglas de negocios, para guiar los procesos de negocio de la organización, consideran que las empresas simplemente documentan las políticas y reglas de negocio en lenguaje natural, lo que hace muy costoso y engorroso determinar qué directivas se aplican a un determinado proceso y su aplicación. Su enfoque se basa en anti-patrones de los modelos de procesos de negocios, capturando explícitamente aquellos escenarios violadores y buscando su aparición en el modelo del proceso. Además, estos trabajos comparten la necesidad de pasar de una vista gráfica del modelo (Framework Archimate) a una representación ontológica de las políticas y reglas de negocios.

En (Adil et al., 2013) se presentan los alcances de una RSL sobre el modelo organizacional y el desarrollo de ontologías para evaluar las metas de la organización utilizando métricas para el logro de sus objetivos. El trabajo destaca la importancia de las métricas para determinar si se cumplen los objetivos trazados, a su vez menciona que son escasos los trabajos en esta línea y habitualmente asociados a proyectos informáticos de desarrollo de software. El modelo organizacional tratado, no se refiere explícitamente al estándar BMM u otro de la OMG.

Estos trabajos destacan la posibilidad de gestionar o monitorear el quehacer de una empresa mediante la conjunción de la estructura de la motivación empresarial y las tecnologías de la Web Semántica en particular de ontologías.

#### 4.2.3 Enfoque Model Driven Architecture con énfasis en aspectos del negocio

El éxito de Model Driven Architecture (MDA) y el interés científico en base a las tres capas del modelo presente en la Tabla 3 es reconocido, pero se advierte que el interés del enfoque ha pasado de la transformación de PIM – PSM a los aspectos de negocio y más específicamente a requisitos de software, es decir, a la capa CIM (Fayoumi et al., 2014).

**Tabla 3.** Capas del modelo MDA

Capa	Sigla
Computation Independent Model	CIM
Platform Independent Model	PIM
Platform Specific Model	PSM

OMG ha impulsado MDA, desarrollando múltiples estándares que colaboran en el proceso de representación de las capas del modelo. Considerando diferentes aspectos a nivel empresarial en la capa CIM, donde destacan BMM, Semantics of Business Vocabulary and Rules (SBVR), Organization Structure Metamodel (OSM), Business Process Modeling Notation (BPMN) entre otros estándares OMG.

En (Fayoumi et al., 2014) se plantea que los modelos mencionados para CIM carecen de razonamiento y simulación dinámica, por lo que se propone un modelamiento híbrido mediante ontologías integrando las demás capas de MDA.

En (Linehan & Putrycz, 2009) analizan la implementación de MDA, destacando la extracción de reglas del negocio con SBVR desde la capa CIM, seguido de la transformación en la capa PIM usando Object Constraint Language (OCL) y código Java en la capa PSM.

Los trabajos de esta subsección subrayan la importancia de interpretar la motivación del negocio (capas superiores) para avanzar a la automatización del comportamiento mediante la transformación o extracción de reglas desde lo establecido en modelos estáticos y automatizar estados o comportamiento en tiempo real.

#### 4.2.4 Ontologías

La demanda de modelado semántico mediante tecnologías de la Web Semántica para representar el conocimiento y alcanzar procesamiento automatizado se registra en diversos campos de la actividad económica, por lo que a continuación se presentan el alcance de las ontologías como una alternativa de modelado en diversas áreas de negocio.

Financial Industry Business Ontology (FIBO) bajo el patrocinio del Enterprise Data Management Council y el apoyo de OMG, espera generar un vocabulario común que simplifique la interacción entre las instituciones financieras de todo el mundo (Butler & Abi-lahoud, 2014).

Un marco ontológico se presenta como un mecanismo de intercambio de información y modelos de conocimiento para unir múltiples aplicaciones en entornos empresariales, para la integración de los datos que pueden almacenarse en sistemas de transacciones centralizados como los Enterprise Resource Planning (ERP) (E. Muñoz et al., 2013).

Entornos informáticos distribuidos que facilitan la síntesis del conocimiento mediante RDFS al transformar numerosas representaciones del conocimiento de variadas fuentes heterogéneas en una representación de conocimiento común (Qiu, 2006) dan muestra de la versatilidad de las ontologías y su potencial para integrar fuentes distintas.

La ontología común NFA (Non-Funcional Aspects) corresponde a una extensión de la especificación BMM por su representación de los intereses del negocio, sumando un conjunto de subontologías específicas de aspectos no funcionales individuales (Kabilan et al., 2007).

Los trabajos de esta subsección destacan el uso de las ontologías, al punto que su implementación pareciera no tener fronteras, destacando entre sus dominios: procesamiento de eventos y patrones sobre situaciones detectadas en tiempo real (Riemer, Stojanovic, & Stojanovic, 2013), patrones de colaboración esencial para la creación de valor en entornos empresariales modernos y para la automatización de ciertas tareas humanas (Papageorgiou et al., 2011), representar el conocimiento por representación de ontología en el modelo de reglas para un Data Base Management System (DBMS) (Vasilecas & Bugaite, 2006).

#### 4.2.5 Web Service

El uso de Web Service para interpretar las necesidades del negocio y entregar semántica al modelado mediante ontologías. Es una propuesta alternativa a RDFS que se consideró en este estudio por su vinculación con el modelo BMM, entre los trabajos destacan:

Web Service Modeling Language (WSML) lenguaje que permite que las reglas se construyan visualmente arrastrando los elementos definidos, a través de Ontologías, transformándolas automáticamente en expresiones lógicas en WSML en segundo plano. En este modelamiento semántico de las políticas empresariales y las reglas de negocio que implementan una política empresarial, se aprecia una clara influencia de la especificación BMM (Markovic et al., 2009).

Service Oriented Architecture (SOA) permite a diferentes sectores empresariales tomar decisiones fundamentales apoyadas por tecnologías. El artículo destaca que BMM fue la estructura de referencia utilizada para identificar los servicios y objetivos de la organización y conectarlos con la misión, los procesos y las reglas de negocio. Proponiendo un método para el descubrimiento de los servicios con información semántica denominado Web Service Modeling Ontology (WSMO), una alternativa a la representación del servicio mediante RDF y OWL (Brzostowski et al., 2010).

### **4.3 Discusión de los Resultados Obtenidos**

El estado del arte de los estándares en estudio permite establecer la ausencia de iniciativas que resuelvan estrictamente la interrogante de investigación, dado que no se identificaron trabajos que representen o procesen un PE modelado mediante el estándar BMM o tecnologías de la Web Semántica.

La RSL nos permite afirmar a su vez, que hay evidencia de trabajos que mencionan la representación parcial de aspectos de BMM, a través de ontologías para dar atención a temas principalmente de alineación del negocio con las TI, pero ningún trabajo a la fecha procesa o gestiona un PE.

Se destaca la existencia de trabajos que podrían contribuir para elaborar una propuesta que colabore en el monitoreo y gestión de un PE, sobresaliendo el uso de políticas de negocios para modelar el cumplimiento de procesos o el uso de ontologías para entregarle semántica a modelos estáticos.

Subrayar que la Sección 4.2 presenta cinco categorías donde se registran trabajos que relacionan aspectos de BMM y tecnologías de la Web Semántica, destacándose como factor común el uso de ontologías como elemento integrador entre ambos estándares en estudio.

Finalmente, este capítulo permite concluir que se evidencian espacios para representar y procesar Planes Estratégicos modelados mediante el estándar BMM, iniciando por establecer una Ontología del modelo BMM y aprovechar las potencialidades de las tecnologías de la Web Semántica, con el sentido de entregar mejores condiciones a la organización para gestionar sus lineamientos en un entorno de agilidad como se requiere en la empresa de hoy.

## **Capítulo 5**

### **Propuesta: Una Ontología de BMM**

---

En este capítulo se presenta una Ontología de BMM como una propuesta para representar el estándar Business Motivation Model mediante las tecnologías de la Web Semántica. El estudio del estándar permitió definir las clases de recursos, propiedades y relaciones mediante el Ontology Web Language, de modo de contribuir en la representación y gestión de planes de negocio en RDF. La propuesta, además considera las restricciones, recomendaciones y buenas prácticas sugeridas por el estándar con el objetivo de apoyar la creación, validación y monitoreo de planes de negocios.

La Ontología BMM es uno de los resultados importantes dentro de nuestra propuesta de tesis, fundamental para dar respuesta a la pregunta de investigación que corresponde a: “¿Es posible modelar y procesar planes estratégicos representados con BMM usando estándares y tecnologías de la Web Semántica?”.

El resto de este capítulo se centra en describir el desarrollo de la Ontología BMM por su relevancia para representar y procesar planes estratégicos y el aporte que pueda entregar a quienes tengan interés en profundizar este estudio. La organización del capítulo corresponde a: La Sección 5.1 presenta en detalle el modelo de clases del estándar BMM, seguido de la Sección 5.2 presentando en extenso el desarrollo de una Ontología de BMM, mientras que en la Sección 5.3 se profundiza sobre los Planes de Negocios y se introducen una serie de restricciones para hablar de Planes de Negocios RDF bien Diseñados, para terminar con ejemplos de usos de la ontología en la Sección 5.4.

## **5.1 Modelo de Clases del estándar BMM**

La presentación del modelo de referencia BMM se realizó en el Capítulo 3 Sección 2, donde se describe qué es el modelo y los elementos de un plan de negocios. A partir del estudio de cada uno de los componentes y relaciones del modelo fue posible construir el diagrama de clases y posteriormente, desarrollar la ontología.

La Figura 11 presenta el diagrama de clases más relevantes del modelo de referencia BMM, para facilitar su lectura, producto del estudio de sus componentes y relaciones. Destacan en el diagrama tres niveles jerárquicos, además de una superclase denominada Concept que representa a cualquier elemento del estándar. El primer nivel está compuesto por las subclases Influencer, Means, End, Assessment y PotencialImpact. El segundo nivel muestra el desglose de las principales subclases: Means (Mission, CourseOfAction, Directive) y End (DesiredResult, Vision). En el tercer nivel se encuentran las subclases: Strategy, Tactic, BusinessPolicy, BusinessRule, Objective, Goal. Otro aspecto relevante del diagrama de clases son las relaciones que existe entre cada elemento del modelo y su cardinalidad.

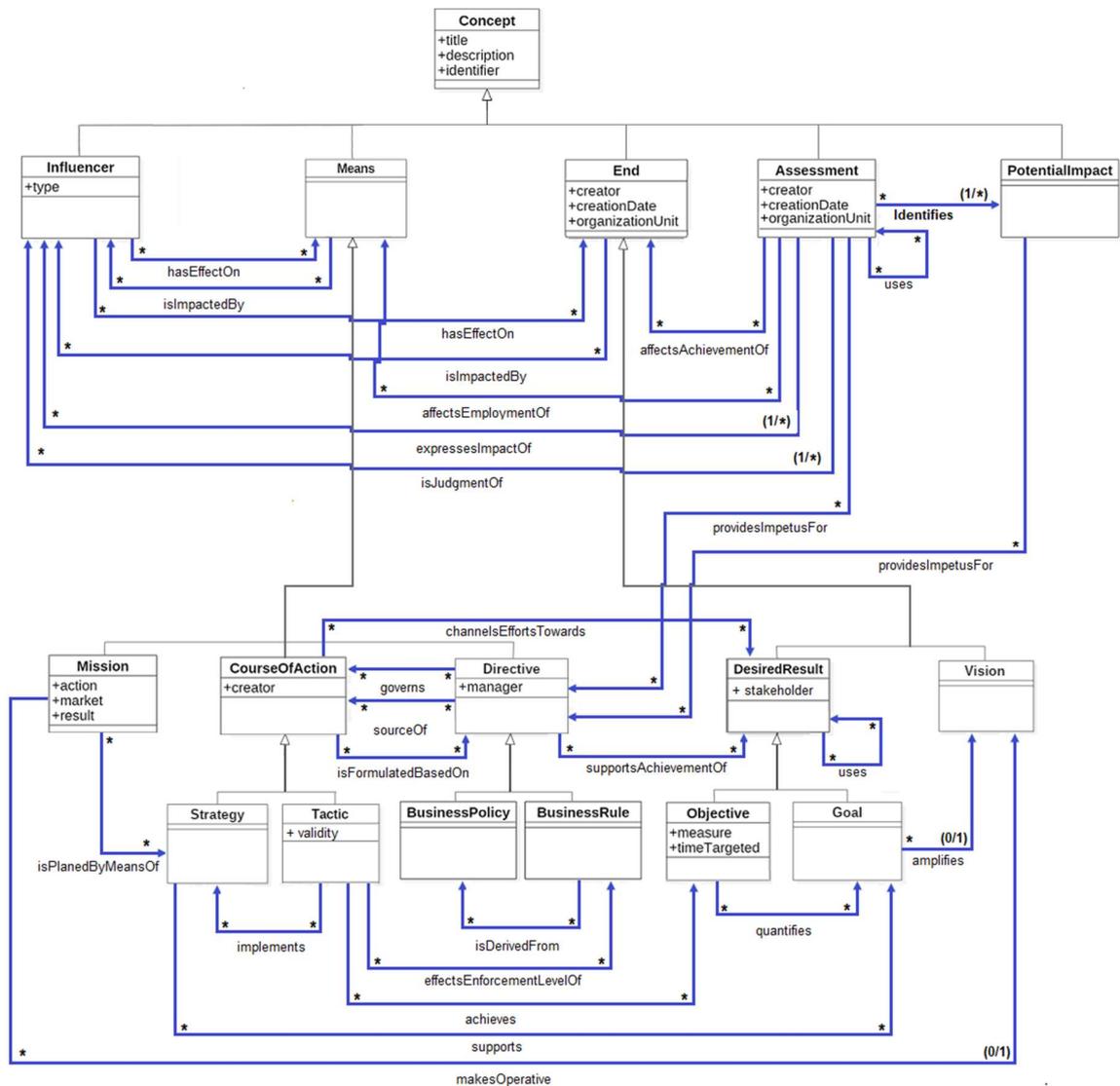


Figura 11. Clases del Modelo BMM.

## 5.2 Una Ontología de BMM

En esta sección presentamos una ontología OWL (McGuinness & Harmelen, 2004) para describir planes de negocio basados en las recomendaciones del modelo BMM. La Ontología BMM se diseñó para cubrir los conceptos básicos de BMM (es decir, Means, End, Influencer, Assessment y PotentialImpact), evitando el uso de elementos externos (es decir, Organization Unit, Business Process y Business Rules) también mencionados en la especificación BMM. Debido a que esta última fue creada en idioma inglés, los términos de la ontología también se definieron en este idioma. El detalle de la ontología se resume en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Términos definidos por la Ontología BMM.

<b>Clase de Recurso</b>	<b>Propiedades</b>
BusinessPlan	title (rdfs:Literal), creator (rdfs:Literal), creationDate (rdfs:Literal), defines (Concept)
Concept	title (rdfs:Literal), description (rdfs:Literal), identifier (rdfs:Literal), elementOf (BusinessPlan)
- Means	rdfs:subClassOf (Concept), isImpactedBy (Influencer)
-- Mission	rdfs:subClassOf (Means), action (rdfs:Literal), market (rdfs:Literal), result (rdfs:Literal), isPlannedByMeansOf (Strategy), makesOperative (Vision)
-- CourseOfAction	rdfs:subClassOf (Means), creator (rdfs:Literal), channelsEffortsTowards (DesiredResult), isFormulatedBasedOn (Directive)-
--- Strategy	rdfs:subClassOf (CourseOfAction), supports(Goal)
--- Tactic	rdfs:subClassOf (CourseOfAction) validity (rdfs:Literal), effectsEnforcementLevelOf (BusinessRule), implements (Strategy), achieves(Objective)
-- Directive	rdfs:subClassOf (Means), manager (rdfs:Literal), governs (CourseOfAction), sourceOf (CourseOfAction), supportsAchievementOf (DesiredResult), actsAs (Regulation)
--- BusinessPolicy	rdfs:subClassOf (Directive)
--- BusinessRule	rdfs:subClassOf (Directive), isDerivedFrom (BusinessPolicy)
- End	rdfs:subClassOf (Concept) creator (rdfs:Literal), creationDate (rdfs:Literal), organizationUnit (rdfs:Literal), isImpactedBy (Influencer)
-- Vision	rdfs:subClassOf (End)
-- DesiredResult	rdfs:subClassOf (End), stakeholder (rdfs:Literal), uses (DesiredResult)
--- Goal	rdfs:subClassOf (DesiredResult), amplifies (Vision)
--- Objective	rdfs:subClassOf (DesiredResult), measure (rdfs:Literal), timeTargeted (rdfs:Literal), quantifies (Goal)
- Influencer	rdfs:subClassOf (Concept), type (rdfs:Literal), hasEffectOn (Means, End)
-- ExternalInfluencer	rdfs:subClassOf (Influencer) Subclasses of ExternalInfluencer: Competitor, Customer, Environment, Partner, Regulation, Supplier, Technology
-- InternalInfluencer	rdfs:subClassOf (Influencer) Subclasses of ExternalInfluencer: Assumption, CorporateValue, Habit, Issue, ManagementPrerogative, Resource
- Assessment	rdfs:subClassOf (Concept), creationDate (rdfs:Literal), creator (rdfs:Literal), organizationUnit (rdfs:Literal), affectsAchievementOf (End), affectsEmploymentOf (Means), expressesImpactOf (Influencer), identifies (PotentialImpact), isJudgmentOf (Influencer), providesImpetusFor (Directive), uses (Assessment)
- PotentialImpact	rdfs:subClassOf (Concept), providesImpetusFor (Directive)
-- PotentialReward	rdfs:subClassOf (PotentialImpact)
-- Risk	rdfs:subClassOf (PotentialImpact)

En el contexto general, una ontología se refiere a la descripción exacta de entidades y sus relaciones. En el contexto de la Web Semántica, una ontología consiste en una descripción exacta de clases de recursos, clases de propiedades, y las relaciones entre dichas clases (Angles, 2015).

La ontología se desarrolló considerando las orientaciones de Methontology, metodología descrita en el Capítulo 2. El estudio en profundidad del estándar BMM permitió abordar las principales tareas de Methontology de un modo resumido, ya que la tarea 1: construir el glosario de términos, tarea 2: construir taxonomía de conceptos, tarea 4: construir diccionario de conceptos, tarea 5: describir la relación binaria ad hoc, son materia abordada explícitamente en la especificación y términos de referencia del estándar. Las tareas restantes fueron complementadas con las pautas de mejores prácticas y reutilizando las ontologías existentes siempre que fuera posible (Hyland et al., 2008); (Bergman, 2010). Se usó Protégé<sup>9</sup> para facilitar la codificación de la ontología, y el archivo RDF/XML resultante está disponible en <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/bmm.owl> o en <https://github.com/renzoar/BMMOntology/>.

La ontología define 36 clases de recursos, 27 propiedades de objetos (es decir, relaciones) y 15 propiedades de datos (es decir, atributos). Todas las clases de recursos y algunas propiedades se anotaron con los términos de metadatos estándar *rdfs:label*, *rdfs:comment* (definido por RDF Schema (Brickley & Guha, 2014)) y *dcterms:description* (definido por Dublin Core (Metadata Terms, 2012)). Según los metadatos incluidos en la especificación BMM, *rdfs:label* contiene el nombre del concepto de BMM, *dcterms:description* describe la definición del concepto y *rdfs:comment* combina notas sobre el concepto.

Entre las clases que define la ontología están las dos clases principales de recursos: *BusinessPlan*, que es la clase de cualquier plan de negocios; y *Concept*, que es la clase de todos los conceptos de BMM. Los conceptos están organizados en una jerarquía de sub-conceptos de 3 niveles según lo define la especificación de BMM. Dicha jerarquía se puede identificar visualmente en la Tabla 4 mirando el sangrado de los conceptos, y se complementa con la descripción *rdfs:subClassOf*.

En particular, la clase *BusinessPlan* define (i) las propiedades de los datos (título, creador y fecha de creación), y (ii) la propiedad del objeto define lo que permite hacer en referencia a los conceptos asociados a un plan determinado. Del mismo modo, la clase *Concept* define (i) las propiedades de los datos (identificador, título y descripción) y (ii) la propiedad del objeto *elementOf* que podría utilizarse para desreferenciar el plan de negocios mediante la relación *belongsTo* (pertenece a).

Además de la jerarquía de conceptos y subconceptos, la ontología usa el término *rdfs:subPropertyOf* para describir que *achieves* y *supports* son sub-propiedades de *channelsEffortsTowards*. Para simplificar, las propiedades de datos se utiliza el tipo de datos *rdfs:Literal* en su rango. Hay que tener en cuenta que podría ser fácilmente cambiado o refinado en una versión posterior de la ontología.

La ontología hace uso de tres tipos de restricciones de propiedad. El término *owl:inverseOf* se ha utilizado para describir que *elementOf* y *amplifies* son propiedades inversas. El término *owl:FunctionalProperty* permite restringir la cardinalidad máxima de tres propiedades: *amplifies*, *makesOperative* y *acts*. Por ejemplo, la ontología define que "cada Meta amplifica como máximo a una Visión". Finalmente, el término *owl:minCardinality* se ha utilizado para definir que se requiere que una propiedad tenga un valor para todas las instancias de la clase de dominio. Este es el caso de las propiedades *title*, *creator*, *creationDate*, *identifier*, *description*, *isJudgmentOf*, *expressImpactOf* e *identifies*. Por ejemplo, la ontología define que "cada *Assessment* identifica al menos un *PotentialImpact*".

---

<sup>9</sup> <https://protege.stanford.edu/>

## 5.3 Planes de Negocio

La ontología presentada en la sección anterior define (de acuerdo con la recomendación de BMM) los elementos que constituyen un plan de negocios, incluidas algunas restricciones sobre su estructura y relaciones (por ejemplo, cardinalidad). Ahora, podemos crear documentos que contengan descripciones de RDF sobre planes de negocios. Llamamos a estos documentos los planes de negocios de RDF. La Figura 12 nos muestra un fragmento de un plan de negocios en formato RDF.

### 5.3.1 Planes de Negocios Bien Diseñados

En esta sección analizamos cuatro tipos de restricciones definidas por la ontología de BMM. Para cada tipo de restricción, mostraremos el uso de SPARQL 1.1 (Harris & Seaborne, 2013), el lenguaje de consulta estándar para RDF, como una forma simple de evaluar el cumplimiento de las restricciones dadas a un plan de negocios RDF<sup>10</sup>.

Para evaluar la calidad de un plan de negocios de RDF, presentaremos la noción de un plan de negocios de RDF bien diseñado. Esta noción se basa en las propiedades de completitud y consistencia, que están relacionadas con las restricciones definidas por BMM y las restricciones de propiedad correspondientes descritas por la ontología de BMM.

### 5.3.2 Conceptos Obligatorios

El tipo más básico de restricción que podemos imponer en los datos asociados a un plan de negocios es la ocurrencia de un determinado conjunto de conceptos. En otras palabras, nos gustaría especificar un conjunto mínimo de conceptos que debe incluir un plan de negocios para que se considere completo.

Aunque BMM no establece un conjunto de conceptos obligatorios, proporciona algunas recomendaciones. Por ejemplo, la especificación de BMM dice que “los principales elementos de los planes de negocios son los fines y los medios”. Por lo tanto, podemos suponer que todos los conceptos derivados de los fines y los medios son obligatorios.

OWL nos proporciona una forma implícita de definir que una clase de recurso es obligatoria, es decir, que cualquier plan de negocios de RDF incluye al menos un recurso de la clase determinada. Afortunadamente, la verificación de conceptos obligatorios es directa al usar SPARQL. Por ejemplo, la Figura 13 muestra la consulta SPARQL que podría usarse para verificar que un plan de negocios incluya al menos un recurso para las clases Visión, Meta, Objetivo, Estrategia, Táctica, Regla de Negocio, Política de Negocio y Misión (como se describió anteriormente).

---

<sup>10</sup> Frente al desconocimiento de SPARQL remitirse a tutorial de SPARQL disponible en <https://jena.apache.org/tutorials/sparql.html>.

```

dccti.n3
1 @prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
2 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
3 @prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
4 @prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
5 @prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
6 @prefix bmm: <http://localhost/yii/myplan/backend/views/businessplan/planes/bmm#> .
7 @prefix dcct: <http://localhost/yii/myplan/backend/views/businessplan/planes/dccti#> .
8
9 dcct:plan2015 rdf:type bmm:BusinSessPlan .
10 dcct:plan2015 dc:title "PE DCCTI 2015-2019" .
11 dcct:plan2015 dcct:CreationDate "30-10-2017" .
12 dcct:plan2015 dcct:Creator "DCCTI" .
13 dcct:plan2015 dc:defines dcct:mission .
14 dcct:plan2015 dc:defines dcct:vision .
15 dcct:plan2015 dc:defines dcct:strategy1 .
16 dcct:plan2015 dc:defines dcct:tactic1 .
17 dcct:plan2015 dc:defines dcct:goal1 .
18 dcct:plan2015 dc:defines dcct:objective1 .
19
20
21 dcct:mission rdf:type bmm:Mission .
22 dcct:mission bmm:elementOf dcct:plan2015 .
23 dcct:mission bmm:identifier "mis1" . # obligatorio
24 dcct:mission bmm:title "Misión 1" . # obligatorio
25 dcct:mission bmm:description "Cultivar las disciplinas de Ciencias de la Computación y
26 dcct:mission bmm:makesOperative dcct:vision . # Property makesOperative
27 dcct:mission bmm:isPlannedByMeansOf dcct:strategy1 . # Property isPlannedByMeansOf
28
29 dcct:vision rdf:type bmm:Vision .
30 dcct:vision bmm:elementOf dcct:plan2015 .
31 dcct:vision bmm:identifier "vis1" .
32 dcct:vision bmm:title "Vision 1" .
33 dcct:vision bmm:description "Ser reconocido por su aporte académico y científico en el
34
35 =====
36 =====
37
38 dcct:strategy1 rdf:type bmm:Strategy .
39 dcct:strategy1 bmm:elementOf dcct:plan2015 .
40 dcct:strategy1 bmm:identifier "stri" .
41 dcct:strategy1 bmm:title "Strategy 1" .
42 dcct:strategy1 bmm:description "DOCENCIA DE PREGRADO FORMANDO PERSONAS INTEGRALES DE E)
43 dcct:strategy1 bmm:isPlannedByMeansOf dcct:mission. #Property isPlannedByMeansOf
44 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal1. #Property support
45 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal2. #Property support
46 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal3. #Property support
47 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal4. #Property support

```

Figura 12. Fragmento Plan DCCTI en Formato RDF

En la consulta 1 SPARQL (Figura 13) el prefijo bmm se refiere al espacio de nombres de BMM Ontology <<http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/bmm#>>, rdf se refiere al espacio de nombres RDF <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>> y rdfs hace referencia al espacio de nombres del esquema RDF <<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>>. Además, asumiendo que el URI <<http://www.example.org/myplan.rdf>> identifica y desreferencia<sup>11</sup> un plan de negocios de RDF cuya descripción se incluye en el archivo myplan.rdf.

---

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX bmm: <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/bmm#>

ASK
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?p rdf:type bmm:BusinessPlan .
  ?v rdf:type bmm:Vision .
  ?v bmm:elementOf ?p .
  ?g rdf:type bmm:Goal .
  ?g bmm:elementOf ?p .
  ?o rdf:type bmm:Objective .
  ?o bmm:elementOf ?p .
  ?s rdf:type bmm:Strategy .
  ?s bmm:elementOf ?p .
  ?t rdf:type bmm:Tactic .
  ?t bmm:elementOf ?p .
  ?br rdf:type bmm:BusinessRule .
  ?br bmm:elementOf ?p .
  ?bp rdf:type bmm:BusinessPolicy .
  ?bp bmm:elementOf ?p .
  ?m rdf:type bmm:Mision .
  ?m bmm:elementOf ?p
}
```

---

**Figura 13.** Consulta 1 SPARQL para verificar que un plan de negocios incluye al menos un recurso para las clases Visión, Meta, Objetivo, Estrategia, Táctica, Regla de Negocio, Política de Negocio y Misión.

---

<sup>11</sup> La noción de desreferencia implica la existencia de un URI que permite acceder a un documento que contiene la descripción RDF de un recurso web dado. Desreferenciar una URI es un principio de Datos Vinculados y una característica básica de la Web Semántica

La consulta 1 (Figura 13) devuelve True<sup>12</sup> cuando el plan de negocios descrito en el archivo "myplan.rdf" contiene al menos una instancia de recurso para cada clase mencionada en la cláusula WHERE. Además, utilizamos patrones triples con el término *bmm:elementOf* para garantizar que todos los conceptos están relacionados con el mismo plan de negocios *?p*.

Hay que destacar que la consulta 1 no verifica la ocurrencia de un número dado de instancias para cada concepto de BMM. Para hacer eso, es posible usar el operador de agregación COUNT que es compatible con SPARQL 1.1. La consulta 2 SPARQL (Figura 14) devuelve la cantidad de objetivos definidos por un plan de negocios.

---

```
SELECT COUNT(?o)
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?p rdf:type bmm:BusinessPlan .
  ?o rdf:type bmm:Objective .
  ?o bmm:elementOf ?p
}
```

---

**Figura 14.** Consulta 2 SPARQL devuelve la cantidad de objetivos definidos por un plan de negocios.

### 5.3.3 Dominio y Restricciones de Rango

Una propiedad se define en OWL utilizando las nociones de dominio y rango. El dominio limita la clase de recursos a los que se puede aplicar la propiedad, y el rango limita la clase de recursos que la propiedad puede tener como su valor. La Figura 15, define la propiedad *quantifies* (usando la sintaxis RDF-N3) de la siguiente manera:

---

```
bmm:quantifies rdf:type owl:ObjectProperty .
bmm:quantifies rdfs:domain owl:Objective .
bmm:quantifies rdfs:range bmm:Goal .
```

---

**Figura 15.** Definición de la propiedad *quantifies* (sintaxis RDF-N3)

La definición de la Figura 15 indica que el dominio de la propiedad *quantifies* es la clase *Objective*, y su rango es la clase *Goal*. Interpretado como una restricción, debemos verificar que por cada triple de la forma *x bmm:quantifies y* y satisface que *x* es un recurso de tipo *Objective*, y *y* es un recurso de tipo *Goal*. Dicha restricción se puede evaluar en la consulta 3 SPARQL (Figura 16).

---

<sup>12</sup> Una consulta SPARQL utilizando la cláusula ASK devuelve True cuando el patrón de consulta (definido por la cláusula WHERE) tiene al menos una solución; de lo contrario, la consulta devuelve False. No se devuelve información sobre la posible solución de consulta. En cambio, la cláusula SELECT se puede usar para devolver los enlaces para variables específicas que se producen en la cláusula WHERE.

---

```

SELECT (COUNT(?o)
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?x bmm:quantifies ?y .
  FILTER NOT EXISTS{
    ?x rdf:type ?tx .
    FILTER (?tx != bmm:Objective) .
    ?y rdf:type ?ty .
    FILTER (?ty != bmm:Goal)
  }
}

```

---

Figura 16. Consulta 3 SPARQL verificar dominio y rango de una propiedad.

### 5.3.4 Restricciones de Cardinalidad

Sea  $P$  un tipo de propiedad entre las clases  $C_1$  y  $C_2$ , donde  $C_1$  es el dominio de  $P$  y  $C_2$  es el rango de  $P$ . Una restricción de cardinalidad es una tupla  $card(C_1; C_2; P) = (min; max)$  que indica el número mínimo y máximo de recursos de tipo  $C_2$  que pueden estar relacionados con cualquier recurso de tipo  $C_1$ . Por ejemplo, para las propiedades de tipo *identifies* la cardinalidad  $card(assessment; potentialImpact; identifies) = (1;*)$  significa que cada *assessment* identifica al menos un *potentialImpact* ( $min = 1, max = *$ ). El símbolo  $*$  se usa para denotar el valor de cardinalidad "muchos".

La Figura 11 muestra que la mayoría de las relaciones entre los conceptos de BMM tienen una restricción de cardinalidad de muchos a muchos ( $*,*$ ). Esto significa que, aunque BMM establece un conjunto de relaciones que deben estar presentes en un plan de negocios, la ocurrencia de tales relaciones es opcional. Significa que la existencia de algunos de estos elementos no es obligatoria y, por lo tanto, no hay restricciones asociadas a ellos.

Por otro lado, hay otras relaciones cuya multiplicidad impone restricciones de cardinalidad. La Tabla 5 muestra las restricciones de cardinalidad descritas por la ontología de BMM. Estas restricciones se pueden dividir en propiedades obligatorias y propiedades funcionales.

**Propiedades obligatorias.** Una propiedad se define como obligatoria si es relevante y necesaria para un concepto dado. Una propiedad obligatoria se puede definir como una restricción de cardinalidad con un valor mínimo igual a 1. Esta restricción se describe en OWL utilizando el término *owl:minCardinality*. La ontología de BMM define seis propiedades de datos obligatorias y tres propiedades de objeto obligatorias (ver Tabla 5). Por ejemplo, la primera restricción de cardinalidad en la Tabla 5 significa que cada Plan de Negocio debe tener un título. El cumplimiento de esta propiedad obligatoria se puede apreciar en la consulta 4 SPARQL (Figura 17).

---

```

ASK
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?p rdf:type bmm:BusinessPlan .
  FILTER NOT EXISTS{ ?p bmm:title ?t}
}

```

---

Figura 17. Consulta 4 SPARQL verificar existencia del título del plan.

Por lo tanto, para cada recurso  $?p$  de tipo *BusinessPlan*, la consulta 4 SPARQL (Figura 17) devuelve True cuando se aplica que  $?p$  no tiene ninguna asignación para su propiedad *bmm:title*. Por lo tanto, un resultado falso implica que el plan de negocio satisface la propiedad obligatoria del título.

**Tabla 5.** Restricciones de cardinalidad definidas por la ontología de BMM.

Nº	Definición de Restricción	Tipo
1	$card(\text{BusinessPlan}, rdfs:Literal, title) = (1, *)$	Obligatoria
2	$card(\text{BusinessPlan}, rdfs:Literal, creator) = (1, *)$	Obligatoria
3	$card(\text{BusinessPlan}, rdfs:Literal, creationDate) = (1, *)$	Obligatoria
4	$card(\text{Concept}, rdfs:Literal, identifier) = (1, *)$	Obligatoria
5	$card(\text{Concept}, rdfs:Literal, title) = (1, *)$	Obligatoria
6	$card(\text{Concept}, rdfs:Literal, description) = (1, *)$	Obligatoria
7	$card(\text{Assessment}, Influencer, isJudgmentOf) = (1, *)$	Obligatoria
8	$card(\text{Assessment}, Influencer, expressesImpactOf) = (1, *)$	Obligatoria
9	$card(\text{Assessment}, PotentialImpact, identifies) = (1, *)$	Obligatoria
10	$card(\text{Goal}, Vision, amplifies) = (0, 1)$	Funcional
11	$card(\text{Mission}, Vision, makesOperative) = (0, 1)$	Funcional
12	$card(\text{Regulation}, Directive, actsAs) = (0, 1)$	Funcional

**Propiedades funcionales.** Una propiedad se denomina funcional cuando no tiene más de un valor para cada recurso de una clase de recurso dada. Una propiedad funcional se puede definir como una restricción de cardinalidad con un valor máximo igual a 1. Una propiedad funcional  $P$  se define en OWL utilizando un RDF triple de la forma  $P \text{ rdf:type owl:FunctionalProperty}$ .

La ontología de BMM define tres propiedades funcionales (ver restricciones de cardinalidad 10, 11 y 12 en la Tabla 5). En la Consulta 5 SPARQL (Figura 18) se observa el código para verificar el cumplimiento de la restricción 10, donde se representa que una meta puede amplificar a cero o una instancia de visión. Esto significa que una meta puede amplificar como máximo a una visión, teniendo la posibilidad de no amplificar a ninguna visión.

---

```

ASK
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?g rdf:type bmm:Goal .
  ?v1 rdf:type bmm:Vision .
  ?g rdf:amplifies ?v1.
  FILTER NOT EXISTS{
    ?v2 rdf:type bmm:Vision .
    ?g bmm:amplifies ?v2}
}

```

---

**Figura 18.** Consulta 5 SPARQL verificar el cumplimiento de la restricción N° 10.

La consulta 5 (Figura 18) devuelve True cuando, para cada meta ?g que amplía una visión ?v1, no existe visión ?v2 que también sea amplificada por ?g. Por lo tanto, un resultado Falso implica una meta g del plan de negocio amplifica a más de una visión.

### 5.3.5 Restricciones Complejas

Los tipos de restricciones descritos anteriormente podrían considerarse simples en el sentido que afectan a un único elemento (una clase de recurso o una clase de propiedad) a lo sumo dos elementos en la ontología (por ejemplo, dos clases de recursos conectadas por una propiedad). Sin embargo, en algunos casos es posible tener restricciones que impliquen la participación de múltiples elementos.

Asumiendo la siguiente nota sobre la definición de *Assessment* (ver la especificación BMM): “Si un *Assessment* se relaciona tanto con un medio como con un fin, entonces esto sugiere que el medio particular está de alguna manera relacionado con el fin particular. Específicamente, si no hay un hecho que los relacione (por ejemplo, el curso de acción canaliza los esfuerzos hacia el resultado esperado o la directiva respalda el logro del resultado esperado), se debe considerar cuidadosamente esa omisión”. En otras palabras, si existe un *Assessment* *A* que está relacionada tanto con un *Means* *M* como con un *End* *E*, entonces debe cumplir que *M* y *E* también están relacionados.

La consulta 6 SPARQL (Figura 19) presenta un ejemplo que permite verificar la restricción compleja tratada en el párrafo anterior, en términos de RDF, puede describirse de la siguiente manera. Para cada grupo de tres recursos *A*, *D* y *R* tales que *A* es del tipo *Assessment*, *D* es del tipo *Directive*, y *R* es del tipo *DesiredResult*, si hay patrones triples (*A*, *ProvidesImpetusFor*, *D*) y (*A*, *affectsAchievementOf*, *R*), entonces también existe el patrón triple (*D*, *supportsAchievementOf*, *R*).

---

```
SELECT ?assessment_id ?directive_id ?result_id
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?a rdf:type bmm:Assessment .
  ?a bmm:identifier ?assessment_id .
  ?d rdf:type bmm:Directive .
  ?d bmm:identifier ?directive_id .
  ?r rdf:type bmm:DesiredResult .
  ?r bmm:identifier ?result_id .
  ?a bmm:providesImpetusFor ?d .
  ?a bmm:affectsAchievementOf ?r .
  FILTER NOT EXISTS{
    ?d bmm:supportsAchievementOf ?r.
  }
}
```

---

Figura 19. Consulta 6 SPARQL ejemplo de restricción compleja.

Como resultado de la consulta 6 (Figura 19) devuelve una tabla (vinculante) donde cada fila contiene los identificadores para evaluación, directiva y resultado esperado, de modo que no satisfacen la restricción descrita anteriormente. Se asume que esta restricción se considera compleja en el sentido de que impone una condición existencial sobre tres elementos de la ontología.

### 5.3.6 Planes de negocios RDF Bien Diseñados

A continuación se definen las nociones de completitud y consistencia para los planes de negocios de RDF, basados en las restricciones definidas anteriormente.

**Definición 5.1 (Completitud).** Sea  $C$  un conjunto de restricciones que contienen conceptos obligatorios y propiedades obligatorias. Un plan de negocios RDF  $P$  es completo con respecto a  $C$  cuando  $P$  satisface todas las restricciones en  $C$ .

**Definición 5.2 (Consistencia).** Sea  $C$  un conjunto de restricciones que contienen restricciones de dominio, restricciones de rango, restricciones de cardinalidad y restricciones complejas. Un plan de negocios RDF  $P$  es consistente con respecto a  $C$  cuando  $P$  satisface todas las restricciones en  $C$ .

La completitud confirma que un plan de negocios de RDF contiene los conceptos y las propiedades definidos por la ontología de BMM, mientras que la consistencia valida las restricciones estructurales sobre tales conceptos y propiedades. Ahora es posible definir la noción de un plan de negocios bien diseñado.

**Definición 5.3 (Plan de negocios bien diseñado).** Un plan de negocios de RDF está bien diseñado cuando este es completo y consistente con respecto a las restricciones definidas por la ontología de BMM.

La noción de bien diseñado implica que un plan de negocios de RDF satisface todas las restricciones definidas por la ontología de BMM. Por lo tanto, podemos utilizar la noción de bien diseñado para evaluar la calidad de cualquier plan de negocios de RDF.

## 5.4 Ejemplos de Uso

En esta sección presentaremos preguntas reales que pueden formularse sobre un plan de negocios, y mostraremos las consultas en SPARQL que se pueden utilizar para responder a dicha pregunta. El objetivo es mostrar las características de SPARQL y algunas ventajas de usar RDF y OWL en lugar de utilizar modelos de datos tradicionales (por ejemplo, bases de datos relacionales).

Supongamos que el plan de negocios de RDF descrito en `myplan.rdf` está bien diseñado con respecto a la ontología BMM, por lo que podemos usar los términos definidos por la ontología para crear consultas SPARQL.

### Ejemplo 5.3.1 ¿Qué Metas se cuantifican por un objetivo específico?

Esta pregunta se puede responder en SPARQL con una secuencia de patrones triples (que se llama un patrón de gráfico básico). Específicamente, la consulta 7 (Figura 20) devuelve las metas que son cuantificadas por el objetivo identificado como “obj01”.

---

```

SELECT ?goal_title
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?o bmm:quantifies ?g .
  ?o bmm:identifier "obj01" .
  ?g bmm:title ?goal_title .
}

```

---

**Figura 20.** Consulta 7 SPARQL Metas cuantificadas por un objetivo específico.

**Ejemplo 5.3.2** La consulta 8 SPARQL (Figura 21), retorna las metas de un plan, y para cada meta, obtiene su visión correspondiente (cuando sea posible). Esta pregunta permite mostrar las facilidades proporcionadas por SPARQL para consultar información incompleta utilizando el operador OPCIONAL.

---

```

SELECT ?goal_title ?vision_title
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  ?g rdf:type bmm:Goal .
  ?g bmm:title ?goal_title .
  OPTIONAL {
    ?g bmm:amplifies ?v .
    ?v bmm:title ?vision_title .
  }
}

```

---

**Figura 21.** Consulta 8 SPARQL retorna las metas de un plan y para cada meta, obtener su visión, si es pertinente.

**Ejemplo 5.3.3** Retornar las directivas del plan de negocios.

Asumiendo que el conjunto de directivas es la unión de políticas de negocio y reglas de negocio. Por lo tanto, la consulta 9 SPARQL (Figura 22) responde la pregunta utilizando el operador UNION. Este operador permite fusionar soluciones obtenidas a partir de dos patrones gráficos diferentes.

---

```

SELECT ?title
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
  {?directive rdf:type bmm:BusinessPolicy .
  ?directive bmm:title ?title }
  UNION
  {?directive rdf:type bmm:BusinessRule .
  ?directive bmm:title ?title }
}

```

---

**Figura 22.** Consulta 9 SPARQL retorna las directivas del plan de negocios

**Ejemplo 5.3.4** Retornar la cantidad de tácticas implementadas para cada estrategia.

La consulta 10 SPARQL (Figura 23) requiere el uso de operadores de agregación, específicamente, agrupación y conteo. Tenga en cuenta que SPARQL admite el mismo conjunto de operadores agregados definidos por SQL.

---

```
SELECT ?strategy (COUNT(?tactic) AS ?number_of_tactics)
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
    ?tactic rdf:type bmm:Tactic .
    ?tactic bmm:title ?title .
    ?strategy rdf:type bmm:Strategy .
    ?tactic bmm:implements ?strategy .
}
GROUP BY ?strategy .
```

---

**Figura 23.** Consulta 10 SPARQL retorna la cantidad de tácticas implementadas para cada estrategia.

**Ejemplo 5.3.5** ¿Cuáles son los cursos de acción que canalizan los esfuerzos hacia los resultados esperados ?

La consulta 11 SPARQL (Figura 24) muestra las capacidades de razonamiento (inferencia) admitidas por SPARQL cuando la ontología define las relaciones *subClassOf*. En este sentido, la siguiente consulta devuelve Estrategias o Tácticas (es decir, Cursos de acción) que canaliza los esfuerzos hacia Metas u Objetivos (es decir, Resultados Esperados).

---

```
SELECT ?course_title ?result_title
FROM <http://www.example.org/myplan.rdf>
WHERE {
    ?c bmm:channelsEffortsTowards ?d.
    ?c bmm:title ?course_title .
    ?d bmm:title ?result_title .
}
```

---

**Figura 24.** Consulta 11 SPARQL retorna cursos de acción que canalizan los esfuerzos hacia los resultados esperados.

La consulta 9 SPARQL (Figura 22) presentada en el ejemplo 5.3.3 se puede simplificar mediante la inferencia. Específicamente, el patrón gráfico puede reemplazarse con la expresión *?directive rdf:type Directive. ?directive bmm:title ?title.*

Finalmente, se presenta un ejemplo de integración de datos en el sentido de fusionar información obtenida de dos planes de negocios de RDF. Asumiendo que los URI <http://www.universidad.cl/plan2010.rdf> y <http://www.universidad.cl/plan2015.rdf> identifican dos planes de negocios de RDF propiedad de una Organización.

**Ejemplo 5.3.6** ¿Cuáles son las tácticas compartidas por los dos planes de negocios?

Suponiendo que ambos planes de negocios están bien diseñados de acuerdo con la ontología de BMM, la consulta 12 SPARQL (Figura 25) puede retornar las tácticas compartidas por ambos planes.

---

```
SELECT (?title AS ?tactic_title)
FROM <http://www.universidad.cl/plan2010.rdf>
FROM <http://www.universidad.cl/plan2015.rdf>
WHERE {
    ?tactic rdf:type bmm:Tactic .
    ?tactic bmm:elementOf ?bp1 .
    ?tactic bmm:elementOf ?bp2 .
    FILTER (?bp1 != ?bp2)
}
```

---

**Figura 25.** Consulta 12 SPARQL retorna las tácticas compartidas por dos planes de negocios.

La integración de datos es simple y automática. Simple en el sentido que la fusión de datos se obtiene sencillamente incluyendo una cláusula FROM para cada fuente de plan de negocios de RDF, y automática, ya que ambos archivos usan los mismos términos para describir dos planes de negocios elaborados en años diferentes. La consulta 12 SPARQL (Figura 25) selecciona el título de las tácticas de los planes 2010 y 2015, filtrando por aquellas distintas en los planes de negocio bp1 y bp2.

## **Capítulo 6**

### **Prototipo de herramienta para crear planes estratégicos usando la ontología**

---

En el capítulo anterior se presentó la propuesta: Una ontología de BMM, definiendo su alcance desde el modelo BMM, considerando sus definiciones y recomendaciones para desarrollar, comunicar y administrar planes de negocios. Se establecieron las restricciones para contar con planes de negocio RDF bien diseñados. Además, se analizaron algunos ejemplos de usos de situaciones reales para consultar y gestionar planes de negocio.

El prototipo fue diseñado para colaborar con el uso de la Ontología BMM, de modo tal, que permite crear y consultar planes de negocios en forma más cómoda. La herramienta es una aplicación web que ha sido pensada para ser usada dentro de empresas u organizaciones que requieran administrar planes de negocios de forma rápida y sencilla en reemplazo de sistemas manuales.

La Sección 6.1 habla sobre las características generales del prototipo de herramienta, mientras que la Sección 6.2 presenta la base de datos de la aplicación y la Sección 6.3 entrega las pantallas principales de esta, para ilustrar su funcionamiento.

## 6.1 Características Generales del Prototipo

Para la construcción del prototipo de herramienta se trabajó bajo el patrón de diseño Modelo Vista Controlador, apoyado por el Framework Yii 2, el cual es usado dentro del lenguaje de programación PHP, se utiliza el gestor de base de datos MySQL para almacenar la información necesaria de la aplicación.

El prototipo considera la autenticación del usuario para resguardar la confidencialidad del plan de negocios, poniendo a disposición del usuario las opciones de: Administrar Plan, Representar plan RDF y Consultar Plan RDF.

Para hacer uso del prototipo, el usuario comienza administrando el plan, especificando los antecedentes propios y obligatorios del plan como son título, creador y fecha de creación. A continuación el usuario podrá agregar los componentes del plan que estime necesarios para posteriormente acceder a la opción de Representar Plan RDF con la finalidad de obtener el documento en formato RDF y acceder a la tercera opción que corresponde a Consultar Plan RDF.

Cada opción del prototipo entrega un submenú con las acciones disponibles para la gestión del plan destacando una secuencia para administrar el plan y un mantenedor de consultas (SPARQL) con la finalidad de mantener disponibles las más recurrentes para facilitar su operación y análisis.

Como se mencionó anteriormente, la aplicación está pensada para ser usada dentro de empresas u organizaciones, por lo que es deseable que se trabaje en toda la empresa bajo una misma configuración, la cual es definida por la ontología BMM. Si bien el prototipo de herramienta trabaja inicialmente con lo necesario para gestionar planes, es preciso mencionar que está a disposición para que se realicen las adecuaciones pertinentes según necesidades y/o requerimiento del usuario.

La Figura 26 muestra el diagrama de casos de uso de la aplicación, el cual ilustra las funcionalidades que puede realizar el usuario como se describió anteriormente.

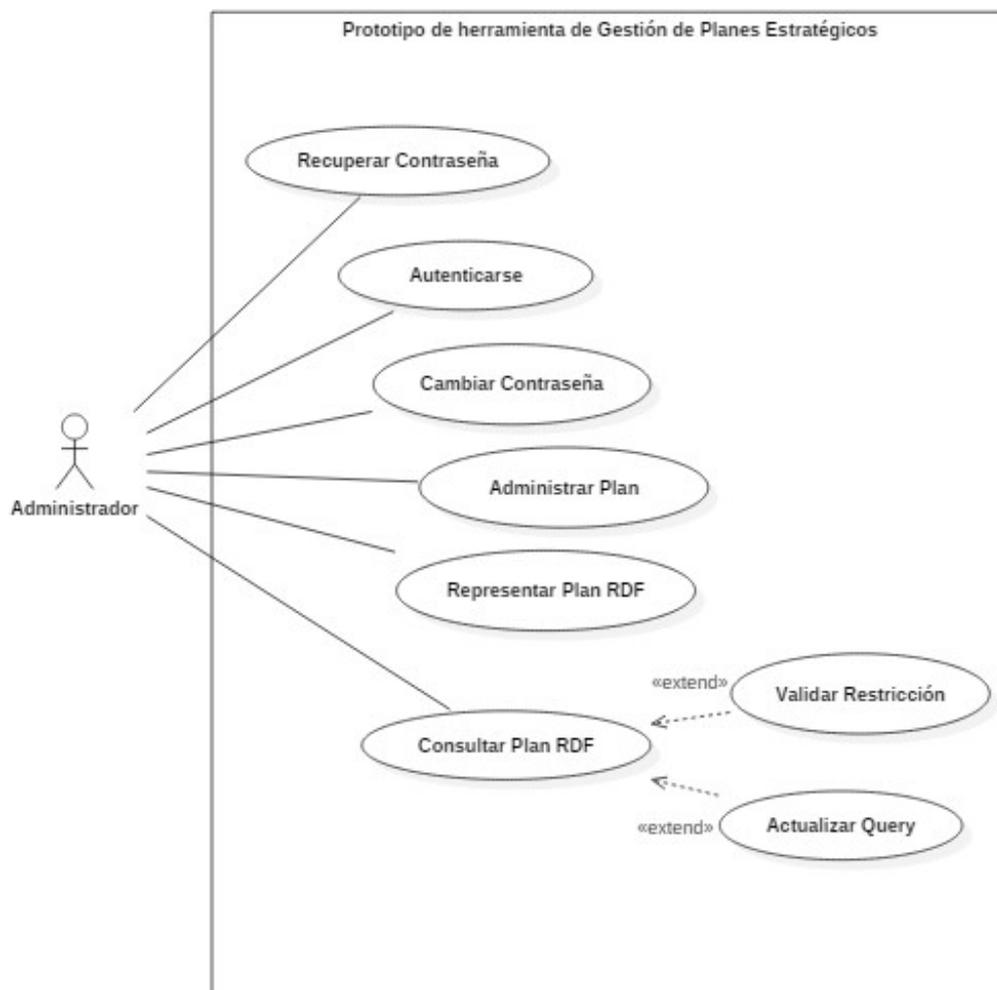


Figura 26. Diagrama de uso del prototipo de herramienta.

## 6.2 Base de Datos del Prototipo de Herramienta

El prototipo saca provecho de las facilidades que entrega el Framework de desarrollo Web Yii 2, para realizar operaciones de CRUD (Create, Read, Update y Delete) sobre registro de una base de datos relacional con la finalidad de digitalizar un plan de negocios que se encuentra en formato impreso.

La herramienta guarda información de los elementos de un plan de negocios y sus relaciones para facilitar su representación en formato RDF, como así, de las consultas en SPARQL con la idea de dar facilidades para su uso cuando el plan se encuentra instanciado mediante RDF. En la Figura 27 se puede observar el esquema de base de datos del prototipo de herramienta.

A continuación se describen algunas de las entidades más relevantes del prototipo de herramienta:

- **BusinessPlan (Plan de Negocios):** Almacena los valores correspondientes al plan de negocio, campos *identifier*, *title*, *creator* y *creationDate* atributos que son obligatorios en la creación del plan de negocios, de acuerdo a las restricciones de la ontología BMM.

- **Mission (Misión):** Almacena los antecedentes correspondientes a la misión del plan de negocio, los campos *identifier*, *title*, *description*, *action*, *market*, *result* son los atributos considerados en la misión del plan de negocios.
- **Query (Consulta):** Almacena consultas en SPARQL que permiten consultar el plan de negocio en formato RDF. Los valores correspondientes son *identifier*, *name*, *description* y *query*.

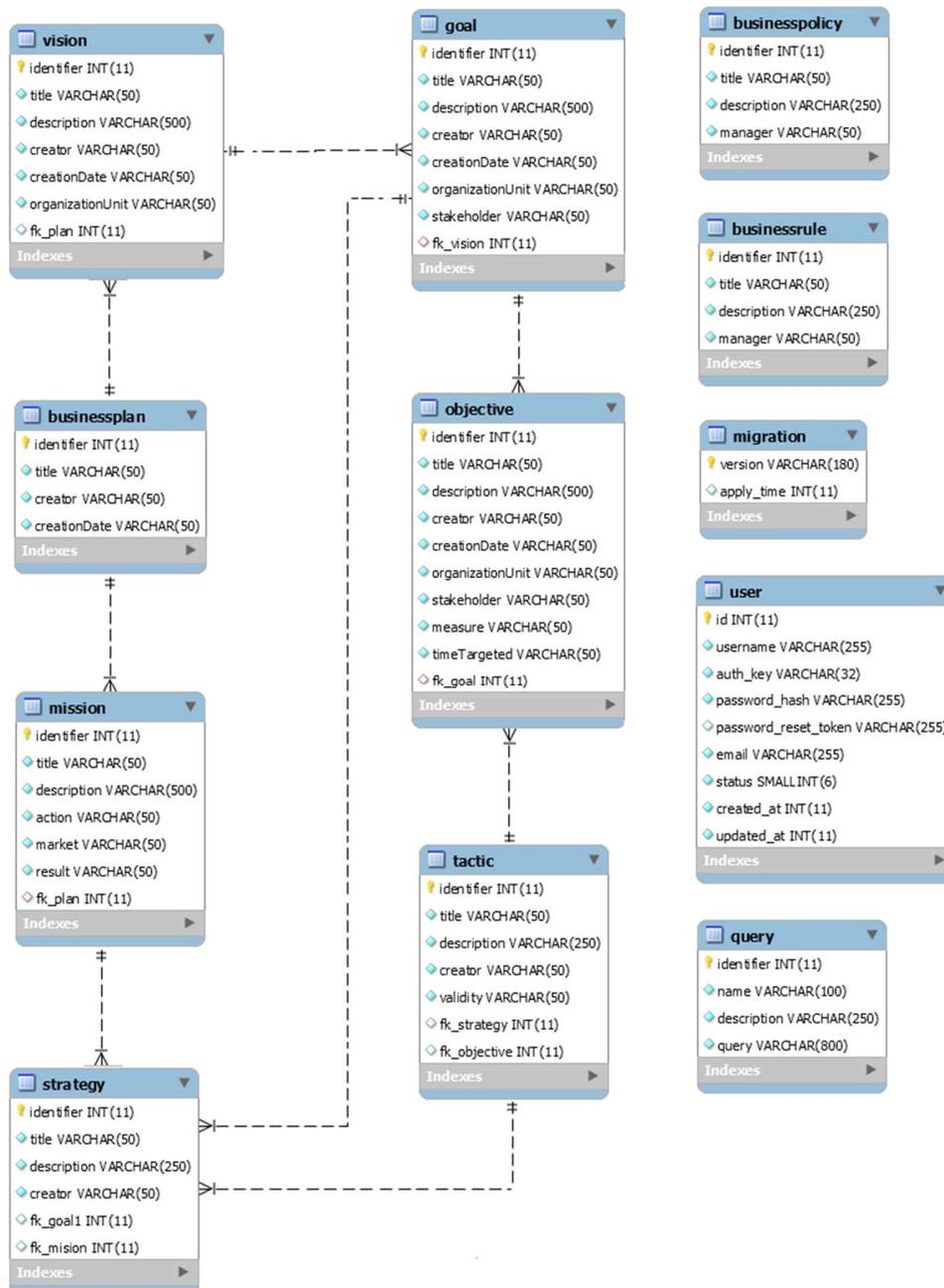


Figura 27. Esquema de la base de datos del prototipo de herramienta.

### 6.3 Pantallas Principales del Prototipo de Herramienta

Se presentan las principales pantallas del prototipo de herramienta, junto a una breve descripción de cada una de sus funciones.

La Figura 28 muestra la primera pantalla a la que se accede al momento de ingresar al prototipo mediante el esquema de autenticación. Se puede observar una bienvenida a la aplicación. En la barra de menú vertical izquierda se encuentran las principales opciones del prototipo: “Administrar Plan”, Representar Plan RDF y Consultar Plan RDF.

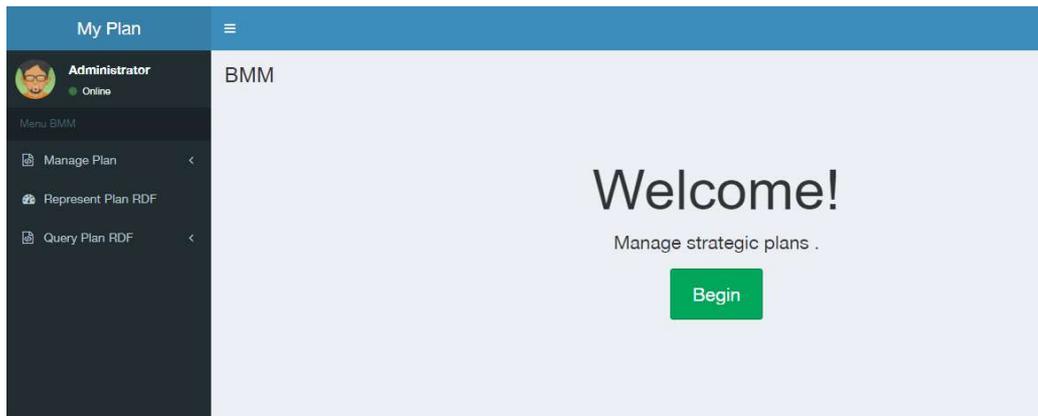


Figura 28. Pantalla principal para la gestión de Planes.

Seleccionada la opción “Administrar Plan”, como se aprecia en la Figura 29, el prototipo despliega un submenú con las opciones necesarias para crear un plan, y componentes que lo conforman: Misión, Visión, Metas, Objetivos, Estrategias y Tácticas por nombrar las principales.

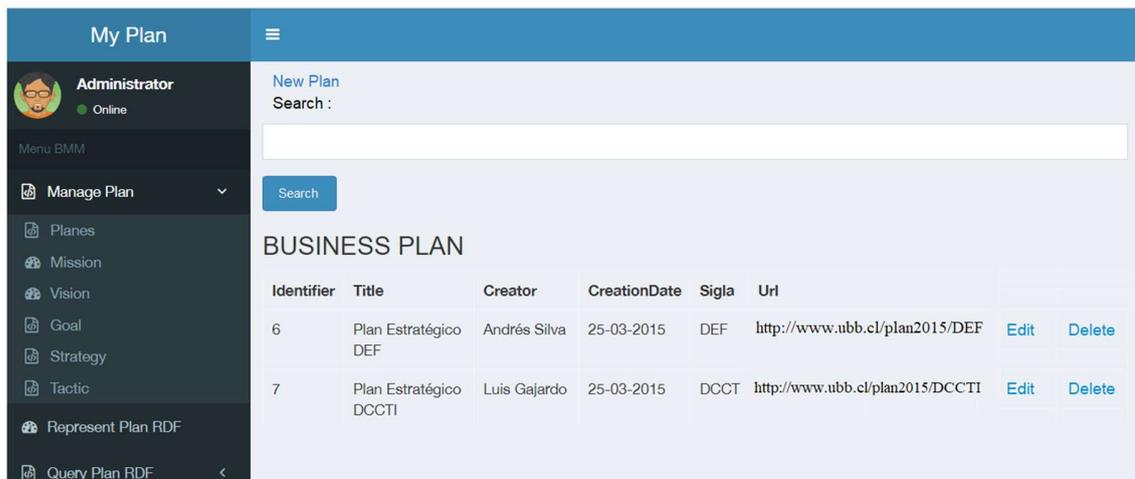
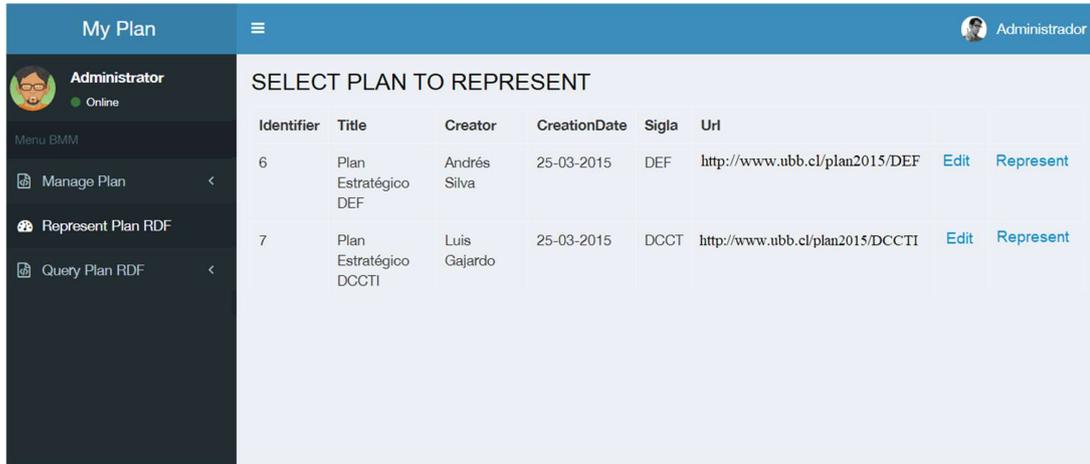


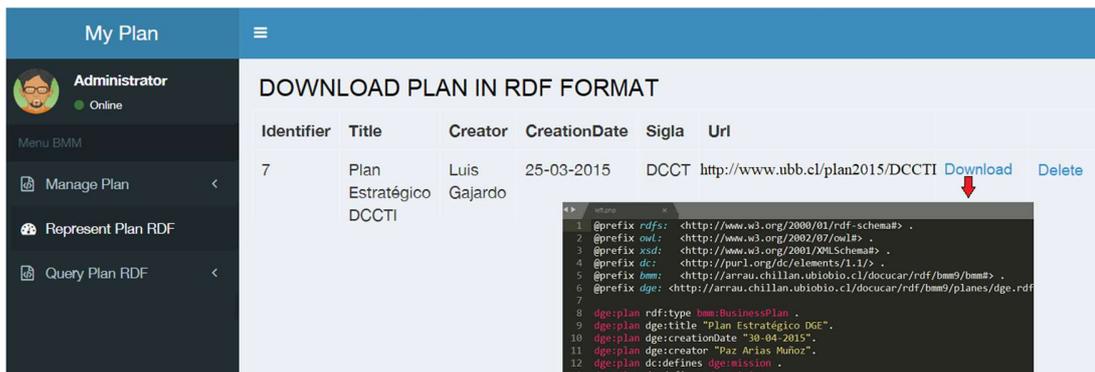
Figura 29. Pantalla submenú Administrar Plan

En la Figura 30, se aprecia la opción Representar Plan RDF, la que facilita el listado de planes existentes, entregando facilidades de editar y eliminar planes de negocios.



**Figura 30.** Pantalla submenú Representar Plan RDF.

La Figura 31 muestra la pantalla Descargar Plan en Formato RDF que permite descargar el plan de negocios, a través de un archivo, inicialmente en formato N3, como se puede apreciar. Este archivo es uno de los productos importantes del prototipo, ya que hace transparente para el usuario la representación de su plan de negocios en formato de triples elaborado en base a la Ontología BMM definida en esta tesis.



**Figura 31.** Pantalla Descargar Plan en Formato RDF – Representar Plan RDF

La Figura 32 muestra un mantenedor de consultas SPARQL que permite administrar las consultas existentes, y a su vez ser aplicadas a un plan de negocios que se encuentren en formato RDF. La herramienta incorpora, por defecto las consultas básicas que permiten comprobar si un plan de negocios RDF se encuentra bien diseñado, de acuerdo con el estándar BMM (5.3.6).

Identificador	Name	Description	Query		
1	query1	devuelve los 100 primeros triples	"select distinct * where { ?x ?y ?z } limit 100"	Edit	Delete
2	query2	Retorna la primera meta	PREFIX rdf: PREFIX bmm: PREFIX p2: select distinct * where {p2:goal1 ?y ?z } limit 100	Edit	Delete
3	query3	verificar que un plan de negocios incluya al menos un recurso para las clases Visión, Meta, Objetivo, Estrategia, Táctica, Regla de Negocio, Política de Negocio y Misión	ASK FROM WHERE {?p rdf:type bmm:BusinessPlan .?v rdf:type bmm:Vision .?v bmm:elementOf ?p .?g rdf:type bmm:Goal .?g bmm:elementOf ?p .?o rdf:type bmm:Objective .?o bmm:elementOf ?p .?s rdf:type bmm:Strategy .?s bmm:elementOf ?p .?t rdf:type bmm:Tactic .?t bmm:elementOf ?p .?br rdf:type bmm:BusinessRule .?br bmm:elementOf ?p .?bp rdf:type bmm:BusinessPolicy .?bp bmm:elementOf ?p .?m rdf:type bmm:Mision .?m bmm:elementOf ?p}	Edit	Delete

**Figura 32.** Pantalla submenú Consulta Plan RDF

En esta sección se aprecia, la potencialidad de administrar y gestionar un plan estratégico mediante una plataforma computacional, haciendo transparente los detalles de implementación de la ontología BMM en la representación del PE a formato RDF, simplificando el proceso a realizar un clic para descargar el plan en dicho formato. Otro punto que destacar es la posibilidad de examinar el plan mediante las consultas predeterminadas o elaborando las propias previo dominio de la ontología BMM. La aplicación se encuentra disponible en <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/prototipoBMM>.

Para consultar un plan estratégico se ha implementado un endpoint, mediante el servidor Sparql Apache Jena Fuseki. Un endpoint implementa una interfaz que combina el lenguaje de consulta y el protocolo SPARQL creando un servicio Web en su sentido más puro, ejecutándose sobre HTTP o SOAP, ofreciendo un servicio Web estándar para que cualquier usuario ejecute una consulta SPARQL.

## **Capítulo 7**

### **Estudio de Caso**

---

Definida la Ontología BMM y construido el prototipo de herramienta para representar y gestionar planes estratégicos basados en el estándar BMM mediante tecnologías de la Web Semántica, correspondió validar la pertinencia de la propuesta mediante un caso real.

El estudio de caso considera la representación y gestión los planes estratégicos de tres departamentos académicos de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad del Bío-Bío.

## 7.1 Estudio de Caso Planes Estratégicos Departamentos Académicos de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad del Bío-Bío.

La Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad del Bío-Bío cuenta con cinco departamentos académicos de los cuales 3 se encuentran ubicados en la ciudad de Concepción y dos en la ciudad de Chillán. Los departamentos atienden la demanda académica de las carreras que imparte la Facultad asignando servicios académicos, de acuerdo con las necesidades de estas. La investigación, la extensión son otras de las principales tareas de las unidades académicas.

El estudio de caso de tipo observacional o cuasi-experimental, consideró entrevistar y aplicar un cuestionario (ver anexo B y C) a los directores de tres departamentos de la Facultad: Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de Información (DCCTI), Departamento de Sistemas de Información (DSI) y Departamento de Gestión Empresarial (DGE). Con el propósito de conocer cómo se lleva adelante el proceso para elaborar y gestionar sus planes estratégicos, con la intención de automatizar su gestión. Una segunda instancia con los directivos fue interactuar con el prototipo de herramienta para crear y gestionar el plan de su departamento, obteniendo su representación en formato RDF mediante la Ontología BMM, para realizar algunas consultas mediante SPARQL.

### 7.1.1 Homologación de Conceptos planes estratégicos de la Facultad.

El estudio de los planes estratégicos se realizó considerando el concepto de Planes de Negocios RDF Bien Diseñados definidos en la Sección 5.3.6. En virtud de lo anterior, para representar los planes de los departamentos con la Ontología BMM, fue necesario realizar homologación de conceptos, para ajustar el plan original a la estructura del estándar. A pesar de que la estructura del plan es diferente a la propuesta por BMM, el significado de los conceptos es equivalente.

**Tabla 6.** Homologación de Conceptos de los planes estratégicos de los departamentos a BMM.

Concepto BMM	Concepto Planes FACE
Mission	Misión
Vision	Visión
Goal	Objetivo General
Objective	Objetivo Específico
Strategy	Línea Estratégica
Tactic	Objetivo Estratégico
Business Policy	No registra
Business Rule	No registra

La Tabla 6 registra la homologación de conceptos para los planes estratégicos de los departamentos y el estándar BMM. Se destaca la ausencia de los conceptos: Business Policy y Business Rule, cabe mencionar que dichos conceptos se encuentran presentes en el PE de la Facultad, nivel jerárquico superior a los departamentos académicos.

**Tabla 7.** Resumen de Conceptos BMM plan estratégico Departamentos Académicos

Concepto BMM	DCCTI	DSI	DGE
Mission	1	1	1
Vision	1	1	1
Goal	18	7	7
Objective	38	26	14
Strategy	5	5	4
Tactic	18	7	7
Business Policy	-	-	-
Business Rule	-	-	-

La Tabla 7 resume la ocurrencia de cada uno de los conceptos presentes en los PE. Previo a la representación en RDF, podemos señalar que dichos planes no cumplen con la condición de completitud (5.3.6) por el hecho de no registrar ocurrencias en los conceptos de Business Policy y Business Rule. Por otra parte, luego de la homologación de conceptos, el análisis de los planes da cuenta de que los demás elementos son usados en un sentido similar al descrito por BMM, los planes consideran la Misión y Visión, las Estrategias son implementadas por Tácticas y las Metas son cuantificadas por Objetivos.

El prototipo fue utilizado para representar en RDF los PE de los departamentos, pero no se puede garantizar que se están cumpliendo todas las propiedades definidas en la Ontología por no estar explícitas por escrito en el documento.

### 7.1.2 Representación del Plan a RDF

La representación de un plan estratégico a formato RDF debe ser un proceso transparente para el administrador del plan, debido a la esencia de la Web Semántica que espera dar sentido a los datos para que sean interpretados por las máquinas y las persona tomen mejores decisiones mediante consultas estructuradas.

El estudio de caso permitió interiorizarse de los planes estratégicos de los departamentos analizados, mediante el registro y actualización del plan asistido por el prototipo, dicha actividad fue realizada previo a la entrevista con el director para no extender excesivamente la reunión, informándole del proceso mediante la manipulación y actualización de algunos componentes del plan. Luego de la revisión de la etapa de ingreso y mantención del plan, se comentó la implicancia de representar el PE mediante la Ontología BMM, procediendo a descargar desde el prototipo la representación del PE en formato RDF, obteniendo como resultado un documento en formato RDF, cuyos triples se encuentran representados en el formato N3 (ver Anexo D) y su posterior consulta desde el prototipo a un servidor Apache Jena Fuseki mediante en endpoint que permite consultar el plan, a través del lenguaje SPARQL.

### 7.1.3 Consultas SPARQL del Plan Estratégico RDF

Obtenida la representación del PE en formato RDF, se puede utilizar dicha fuente de datos para realizar consultas desde cualquier herramienta que soporte el lenguaje de consulta SPARQL. Se tomara como referencia el plan de negocio RDF del DCCTI, para comentar los resultados de las principales consultas del estudio de caso, realizadas en compañía del director del departamento. Considerar que las consultas (i), (ii), (iii) son consultas de carácter general, a diferencia de las consultas (iv), (v) que están tomadas de la Sección 5.3.1 para comprobar que el Plan de Negocios está bien diseñado desde el punto de vista de la Ontología BMM.

#### (i) Mostrar el título del Plan Estratégico DCCTI

---

```
PREFIX bmm: <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/bmm#>
PREFIX dcct: <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/planes/dccti/dccti#>
PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>

SELECT ?plan_title
FROM <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/planes/dccti/dccti.rdf>
WHERE {
  ?p rdf:type bmm:BusinessPlan .
  ?P dc:title ?plan_title .
}
```

Resultado :

```
-----
| plan_title |
=====
| "PE DCCTI 2015-2019" |
-----
```

---

Figura 33. Consulta 13 SPARQL título del Plan Estratégico DCCTI.

La consulta 13 SPARQL (Figura 33) entrega como resultado el título del plan estratégico DCCTI, donde la variable ?p es un recurso del tipo bmm:BusinessPlan y además cumple con tener un atributo dc:title. Destacan en la consulta el uso de prefijos que simplifican la sintaxis de la consulta SPARQL.

#### (ii) ¿Cuántos objetivos tiene el Plan Estratégico DCCTI?

La consulta 14 SPARQL (Figura 34) retorna el número de objetivos (38) que contiene el plan estratégico DCCTI, considerando aquellos triples donde se cumple que el objetivo es un elemento del Plan ?p y su propiedad rdf:type corresponda a bmm:Objective.

---

```

PREFIX bmm: <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/bmm#>

SELECT (COUNT(?o) AS ?Quantity)
FROM <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/planes/dccti/dccti.rdf>
WHERE {
  ?p rdf:type bmm:BusinessPlan .
  ?o rdf:type bmm:Objective .
  ?o bmm:elementOf ?p
}
-----
| Quantity |
=====
| 38      |
-----

```

---

**Figura 34.** Consulta 14 SPARQL título del Plan Estratégico DCCTI.

(iii) Retornar las metas de un plan, y para cada meta, obtenga su visión correspondiente (cuando sea posible). Esta pregunta permite mostrar las facilidades proporcionadas por SPARQL para consultar información incompleta utilizando el operador OPCIONAL.

---

```

PREFIX bmm: <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/bmm#>

SELECT ?goal_title ?goal_description ?vision_title
FROM <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/planes/dccti/dccti.rdf>
WHERE {
  ?g rdf:type bmm:Goal .
  ?g bmm:title ?goal_title .
  ?g bmm:description ?goal_description .
  OPTIONAL {
    ?g bmm:amplifies ?v .
    ?v bmm:title ?visiontitle
  }
}

```

---

**Figura 35.** Consulta 15 SPARQL Meta amplifica Visión – (parte 1)

<i>goal_title</i>	<i>goal_description</i>	<i>Vision_title</i>
"Goal 4"	<i>"Fomentar la integración vertical con liceos, científicos humanistas, técnicos profesionales y CFT."</i>	"Vision 1"
"Goal 18"	<i>"Aplicación de prácticas de recursos humanos que permitan lograr el fortalecimiento del clima laboral y la identidad institucional"</i>	"Vision 1"
"Goal 2"	<i>"Potenciar los procesos de autoevaluación de pre y post grado a través de la formalización de comités internos y externos, de manera de mejorar los resultados de Acreditación."</i>	"Vision 1"
"Goal 8"	<i>"Fortalecer políticas y mecanismos internos de la FACE en I+D+i+e y postgrado para alcanzar una mayor y mejor productividad."</i>	"Vision 1"
"Goal 17"	<i>"Disponer acciones y mecanismos que permitan seguimiento y ajuste de prioridades de los procesos de planificación estratégica del DCCTI"</i>	"Vision 1"
"Goal 15"	<i>"Incrementar participación de estudiantes de pre y postgrado en vinculación con el medio."</i>	"Vision 1"
"Goal 12"	<i>"Generar mecanismos de un plan de posicionamiento disciplinario del DCCTI."</i>	"Vision 1"
"Goal 10"	<i>"Generar mecanismos que permitan fortalecer la institucionalidad del postgrado e investigación"</i>	"Vision 1"
"Goal 13"	<i>"Utilizar las redes de intercambio estudiantil y académico para la internacionalización del Departamento"</i>	"Vision 1"
"Goal 11"	<i>"Fortalecer las redes nacionales e internacionales para programas de postgrado"</i>	"Vision 1"
"Goal 9"	<i>"Implementar un plan de fortalecimiento del postgrado del DCCTI para su posicionamiento."</i>	"Vision 1"
"Goal 3"	<i>"Mejorar la infraestructura y equipamiento para el desarrollo de las actividades académicas de pre y post grado."</i>	"Vision 1"
"Goal 1"	<i>"Implementar sistema de seguimiento y monitoreo de los programas de pregrado renovados, considerando las normativas institucionales, planes de capacitación pedagógica para docentes y uso de plataformas y TICS."</i>	"Vision 1"
"Goal 16"	<i>"Disponer de mecanismos y/o protocolos que permitan consolidar la gestión administrativa para brindar apoyo a la academia."</i>	"Vision 1"
"Goal 7"	<i>"Generar conocimiento aplicado que contribuya al desarrollo regional y del país"</i>	"Vision 1"
"Goal 5"	<i>"Fomentar la investigación en docencia e incentivar la participación de académicos en programas de capacitación docente."</i>	"Vision 1"
"Goal 14"	<i>"Acrecentar la participación de académicos y estudiantes de pre y postgrado en proyectos concursables internos y externos de transferencia tecnológica"</i>	"Vision 1"
"Goal 6"	<i>"Generar acciones y mecanismos que permitan aumentar la productividad académica en Investigación vinculada especialmente al postgrado."</i>	"Vision 1"

**Figura 35.** Consulta 15 SPARQL Meta amplifica Visión – (parte 2)

En la consulta 15 SPARQL (Figura 35) (parte 2) se aprecia el título de las 18 metas del PE del DCCTI, seguido de la descripción de estas, finalizando el registro de la tabla con el nombre de la visión “Vision 1” la cual es amplificada por la meta, a través de la propiedad `bmm:amplifies` de la Ontología BMM. Podría darse el caso que una meta no tenga asociada una visión, de modo que la tercera columna se encontraría vacía. La consulta 15 SPARQL (Figura 35) (parte 1) corresponde a la consulta SPARQL que genera la tabla antes mencionada.

(iv) Comprobar que el Plan de negocios cuenta con los componentes obligatorios (sección 5.3.1), la primera de 4 restricciones para considerar para tener un Plan de Negocios bien diseñado.

---

```

ASK
FROM <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/planes/dccti/dccti.rdf>
WHERE {
  ?p rdf:type bmm:BusinessPlan .
  ?v rdf:type bmm:Vision .
  ?v bmm:elementOf ?p .
  ?g rdf:type bmm:Goal .
  ?g bmm:elementOf ?p .
  ?o rdf:type bmm:Objective .
  ?o bmm:elementOf ?p .
  ?s rdf:type bmm:Strategy .
  ?s bmm:elementOf ?p .
  ?t rdf:type bmm:Tactic .
  ?t bmm:elementOf ?p .
  ?br rdf:type bmm:BusinessRule .
  ?br bmm:elementOf ?p .
  ?bp rdf:type bmm:BusinessPolicy .
  ?bp bmm:elementOf ?p .
  ?m rdf:type bmm:Mision .
  ?m bmm:elementOf ?p
}
-----
| answer |
=====
| FALSE   |
-----

```

---

**Figura 36.** Consulta 16 SPARQL Componente Obligatorios

La consulta 16 SPARQL (Figura 36) verifica que el plan de negocios contiene todos los componentes considerados obligatorios derivados desde los fines y medios del plan. El retorno de un valor False significa que el PE del DCCTI no cumple la condición de obligatoriedad de alguno de los componentes del plan definidos en la Sección 5.3.6.

(v) Comprobar que el plan de negocios cuenta con los recursos Misión y Visión, además que el plan cumple con la propiedad funcional N° 11 (Tabla 5) que corresponde a que la Misión hace operativa a la Visión.

---

```

ASK
FROM <http://parra.chillan.ubiobio.cl:8070/clamunoz/planes/dccti/dccti.rdf>
WHERE {
  ?m rdf:type bmm:Mission .
  ?v1 rdf:type bmm:Vision .
  ?m1 bmm:makesOperative ?v1 .
  FILTER NOT EXISTS {
    ?v1 rdf:type bmm:Vision .
    ?m bmm:makesOperative ?v2
  }
}
-----
| Result |
=====
| TRUE  |
-----

```

---

**Figura 37.** Consulta 17 SPARQL título del Plan Estratégico DCCTI.

La consulta 17 SPARQL (Figura 37) retorna como resultado el valor “TRUE” cuando el plan de negocio cuenta con una misión que tiene la propiedad MakesOperative con la visión cumpliendo la restricción de cardinalidad cuya máxima ocurrencia es uno. Es decir, la misión puede hacer operativa como máximo a una visión.

## 7.2 Discusión y Conclusión

La entrevista con los directores de departamento académicos de la Facultad permite corroborar el proceso que se lleva adelante para elaborar el PE del departamento correspondiente, junto con expresar que existe una plataforma informática en la Universidad donde los encargados del PE deben publicar su plan, dicha plataforma entrega un número reducido de facilidades para la gestión del plan, que considera descargar el plan en formato PDF, junto con la opción de informar los avances reportando manualmente el cumplimiento de alguna meta u objetivo.

Se puede destacar de la entrevista, que en promedio los directivos llevan 24 años de servicio en la institución y todos coinciden en que el prototipo es una herramienta con proyección que puede entregar beneficios para obtener información en forma rápida oportuna, a la vez la herramienta permite filtrar la información con la posibilidad de agrupar o focalizar el estudio en lo que se desea analizar. Destacan la posibilidad de estar conscientes que existen otras unidades similares en la organización y conocer su alcance ayudaría a su propia gestión.

Otros aspectos que se pueden destacar del estudio de caso en base a los instrumentos que recogieron información disponibles en los anexos C y D se detallan en los siguientes puntos: a) 100% de los directivos están de acuerdo en que el prototipo entrega facilidades para consultar información relevante y oportuna del PE, b) 100% de los directivos tienen interés en conocer el grado de relación entre los elementos de su PE y el de otras unidades similares, c) 100% de los directivos tiene conocimiento que existen metas comunes entre las unidades al interior de la Facultad, d) 100% de los directivos coinciden en que la gestión mediante una herramienta automatizada es un apoyo a su gestión.

A modo de conclusión, se puede señalar que los planes estratégicos de los departamentos académicos de la Facultad en estudio tienen escasas coincidencias con el estándar BMM definido por la OMG, destacando que fue posible ajustar su esquema mediante la homologación de conceptos para ser representados por la Ontología BMM. La interacción con el prototipo permitió al usuario representar PE en formato RDF de una forma transparente y su posterior manipulación mediante consultas en lenguaje SPARQL, asistidas por el prototipo.

La oportunidad está en buscar una integración horizontal con los demás departamentos de la Facultad y una integración vertical de los planes de las unidades administrativas siguiendo la jerarquía establecida en la Institución mediante la Ontología BMM en busca de establecer un estándar para instituciones de un mismo rubro o área en común.

## **Capítulo 8**

### **Conclusiones**

---

Por medio de la presente investigación se buscó cubrir una brecha detectada en la literatura, correspondiente a la falta de un método adecuado para representar y gestionar planes estratégicos modelados previamente con Business Motivation Model. Se puede afirmar que este es un primer intento de representar íntegramente el modelo con las tecnologías de la Web Semántica.

El objetivo principal de la investigación fue emplear “estándares de la Web Semántica para la representación y gestión de planes estratégicos modelados previamente con BMM”.

Para el cumplimiento de lo anterior, se consideró un conjunto de objetivos específicos. A continuación, se presenta un análisis del cumplimiento de cada uno de estos.

## 8.1 Análisis de los Objetivos propuestos/cumplidos

**Objetivo 1.** *Comprender las propiedades y limitaciones de los estándares BMM y Resource Description Framework (RDF).*

El estudio de los estándares BMM y RDF permitió ampliar el conocimiento de sus principales propiedades, características y relaciones de sus elementos o componentes, como así comprender las limitaciones y alcances de cada estándar, como se evidenció en la Sección 3 de Antecedentes Preliminares de esta investigación. Logrando en su totalidad el primer objetivo.

**Objetivo 2, 3.** *Representar el metamodelo BMM en forma de tripletas RDF mediante una Ontología. Elaborar vocabularios en RDF Schema que colaboren en la transformación del plan estratégico desde BMM a RDF.*

El estudio del Business Motivation Model permitió conocer los términos y establecer el vocabulario necesario para representar el modelo en forma de tripletas RDF. Las declaraciones de la relación de los conceptos y las recomendaciones de la referencia del estándar de la OMG, aportó lo necesario para establecer, mediante las tecnologías de la Web Semántica, la Ontología BMM que colaboró en la transformación de un plan de negocios desde BMM a RDF.

RDF Schema debió complementarse con OWL Ontology, una capa superior de las Tecnologías de la Web Semántica para definir la Ontología BMM. Logrando en su totalidad el segundo y tercer objetivo.

**Objetivo 4.** *Implementar un prototipo de herramienta para crear planes estratégicos usando la ontología BMM, permitiendo la consulta del plan estratégico RDF mediante SPARQL.*

El prototipo desarrollado permite crear y administrar un PE representado mediante el estándar BMM, transparentando el proceso de representación del plan en tripletas RDF para ajustarse a la estructura del estándar. Proporciona además un mantenedor de consultas SPARQL para almacenar las más recurrentes e incorporar nuevas.

El conocimiento del Business Motivation Model y la elaboración de la Ontología BMM, contribuyeron en el desarrollo del prototipo. La implementación del prototipo se realizó mediante el lenguaje de programación PHP utilizando el Framework de aplicaciones Web Yii 2, además de la base de datos MySQL. Logrando en su totalidad el cuarto objetivo.

**Objetivo 5.** *Mostrar la validez de la propuesta, mediante un estudio de caso que contraste la gestión manual, con la gestión asistida por el prototipo para planes estratégicos RDF.*

La representación del plan estratégico del DCCTI constituyó el estudio de caso que permitió validar la propuesta, donde la Ontología BMM permitió representar y consultar el plan estratégico del departamento.

La homologación de conceptos para ajustar el plan a la Ontología BMM deja de manifiesto que cada organización establece sus propios términos para su PE, detectando una oportunidad de estandarizar la construcción de planes estratégicos mediante el estándar BMM y nuestra propuesta Ontológica.

El registro digital de planes y la automatización de las consultas mediante el prototipo entrega garantías que no tiene el registro manual. Logrando en su totalidad el quinto objetivo.

## 8.2 Principales aportes

El principal aporte de la investigación es la propuesta una Ontología de BMM para planes de negocios basados en el estándar BMM. El desarrollo de la ontología requirió un análisis conceptual de BMM para comprender sus conceptos, las relaciones entre tales conceptos y sus limitaciones. Estableciendo la noción de plan de negocios RDF bien diseñado, como un documento RDF que contiene la descripción de un plan de negocios, pero que cumple con las propiedades de completitud y consistencia. Ambas propiedades están asociadas a cuatro tipos de restricciones descritas en la especificación BMM, pero definidas en esta investigación. Estos tipos de restricciones son: conceptos obligatorios, restricciones de dominio y rango, restricciones de cardinalidad y restricciones complejas.

Finalmente, se destaca la importancia de la revisión sistemática de la literatura desarrollada, la cual permitió obtener una visión de cómo ha sido abordada anteriormente la temática tratada durante esta investigación.

## 8.3 Trabajos futuros

Las principales líneas de investigación abiertas como resultado de esta tesis son las siguientes:

- Extender la ontología propuesta para representar hechos asociados con la ejecución de un plan de negocios y alcanzar un alto nivel de administración automatizada de los planes. Considerando el estudio de ontologías que definen formalmente la propiedades y relaciones entre las actividades o evidencias de la ejecución y cumplimiento de un plan estratégico.
- Ampliar las funcionalidades del prototipo de herramienta, para obtener un producto de Software final para la Ontología BMM. Considerando la creación asistida de un plan estratégico que tenga en cuenta las recomendaciones y restricciones del modelo BMM. Apoyar también la creación de consultas SPARQL de un modo transparente para el usuario final.
- Ampliar el ámbito de validación de la Ontología BMM, considerando Empresas o Instituciones de otros ámbitos económicos distintos a la Educación Superior. Esto permitiría realizar nuevos casos de estudio e incluso complementar la Ontología.

- Explorar nuevas recomendaciones W3C que puedan ampliar nuestra investigación. Destacando W3C Shapes Constraint Language (SHACL) un lenguaje para validar grafos RDF contra un conjunto de condiciones.

## Referencias

- Adil, T., Izhar, T., Torabi, T., Bhatti, M. I., & Liu, F. (2013). Recent developments in the organization goals conformance using ontology. *Xpert Systems with Applications*, 40(10), 4252–4267. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.01.025>
- Al-Debei, M., El-Haddadeh, R., & Avison, D. (2008). Defining the Business Model in the New World of Digital Business. In *Proceedings of the Fourteenth Americas Conference on Information Systems* (pp. 1–11).
- Angles, R. (2015). *Introducción a las Bases de datos RDF*. Retrieved from <http://renzoangles.net/files/libro.pdf>
- Austral de Chile, U. (2016). Plan Estratégico 2016- 2019. Retrieved from [https://www.uach.cl/uach/\\_file/plan-estrategico-2016-2019-580f64968e576.pdf](https://www.uach.cl/uach/_file/plan-estrategico-2016-2019-580f64968e576.pdf)
- Bergman, M. (2010). A Reference Guide to Ontology Best Practices. Retrieved from <http://www.mkbergman.com/911/a-reference-guide-to-ontology-best-practices/>
- Berners-Lee, T. (2006). Linked Data. Retrieved from <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Bleistein, S. J. B.-. (2006). SCP: an integrated approach for validating alignment of organizational IT requirements with competitive business strategy. 2006. Tesis Doctoral. School of Computer Science and Engineering, University of New South Wales.
- Brickley, D., & Guha, R. V. (2014). RDF Schema 1.1 W3C Recommendation. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/rdf-%0Aschema/>
- Bryson, J. M. (2004). *Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations*. (Jossey-Bass, Ed.) (3rd Edn).
- Bryson, J. M. (2005). *Creating and implementing your strategic plan*. (J. Wiley & A. Sons, Eds.) (2nd edn.).
- Brzostowski, K., Rekuć, W., Szczurowski, L., & Sobiecki, J. (2010). Service discovery in the SOA system. *Intelligent Information and Database Systems. Second International Conference, ACIIDS Hue City, Vietnam, March 2010 Proceedings*, 5991 LNAI(PART 2), 29–38. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-12101-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12101-2_4)
- Bustamante Jofré, M. J. (2011). *Implementación del mapeo modelo relacional a RDF Implementación del mapeo modelo relacional a RDF*. Universidad del Talca Chile.
- Butler, T., & Abi-lahoud, E. (2014). A Mechanism-based Explanation of the Institutionalization of Semantic Technologies in the Financial Industry. In *International Working Conference on Transfer and Diffusion of IT*, 277–294.
- Campbell, D., & Stanley, J. (1966). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social* (Ammorortu). Buenos Aires.
- Caro, M. A., Rodriguez, A., Calero, C., & Fernández-medina, E. (2005). Análisis y revisión de la literatura en el contexto de proyectos de fin de carrera : Una propuesta. *VIII Congreso Chileno de Educación Superior En Computación*.
- Castellanos, C., & Correal, D. (2012). KALCAS: A framework for semi-automatic alignment of data and business processes architectures. *Advances in Databases and Information System. 16th East European Conference, ADBIS 2012. Poland, Septiembre 2012 Proceedings*, 7503 LNCS, 111–124.

- Castells, P. (2003). La web semántica. *Sistemas Interactivos Y Colaborativos En La Web*, 195–212.
- Concepción, U. de. (2016). Plan Estratégico Institucional 2016-2020. Retrieved from [http://www.udec.cl/intranet/documentos\\_oficiales/PEI\\_2016\\_2020.pdf](http://www.udec.cl/intranet/documentos_oficiales/PEI_2016_2020.pdf)
- Cook, T., & Campbell, D. (1979). *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings*. (H. Mifflin, Ed.).
- Corcho, O., Fernández-lópez, M., Gómez-pérez, A., & López-, A. (2005). *Construcción de ontologías legales con la metodología METHONTOLOGY y la herramienta WebODE*. (R. Benjamins, P. Casanovas, J. Breuker, & A. Gangemi, Eds.).
- de la Frontera, U. (2013). Plan Estratégico de Desarrollo 2013 - 2023. Retrieved from <http://analisis.ufro.cl/index.php/docman/plan-estrategico-de-desarrollo-institucional/365-plan-estrategico-de-desarrollo-2013-2023/file>
- de Talca, U. (2015). Plan Estratégico 2015. Retrieved from [http://www.otalca.cl/medios/otalca2010/plan2015\\_.pdf](http://www.otalca.cl/medios/otalca2010/plan2015_.pdf)
- del Bío-Bío, U. (2015). Plan General de Desarrollo Universitario 2015-2019. Retrieved from <http://www.dgpe.ubiobio.cl/pgdu-2015-2019>
- El Kharbili, M., & Pulvermueller, E. (2012). Semantic Policies for Modeling Regulatory Process Compliance. *Semantic Technologies for Business and Information Systems Engineering*, 311–336. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-126-3.ch016>
- Fayoumi, A., Loucopoulos, P., & Fayyoumi, A. (2014). Hybrid Enterprise Modelling: Integrating Modelling Mechanisms for Socio-Technical Systems Analysis and Design. *Journal of Software Engineering and Applications*, 7(January), 6–13. <https://doi.org/10.4236/jsea.2014.71002>
- Fernández López, M., Gómez Pérez, A., & Juristo, N. (1997). Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. *Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI. Stanford University, California*, 33–40.
- Grigoris, A., & Harmelen, F. Van. (2008). *A Semantic Web Primer*. (The MIT Press, Ed.) (Segunda Ed).
- Gutierrez, C., Hurtado, C., & Vaisman, A. (2005). Temporal RDF. *The Semantic Web: Research and Applications*, 93–107. [https://doi.org/10.1007/11431053\\_7](https://doi.org/10.1007/11431053_7)
- Hall, J. (2013). The Business Motivation Model: Doing the Right Things. *Business Rules Journal*, 14(11). Retrieved from <http://www.brcommunity.com/a2013/b729.html>
- Harris, S., & Seaborne, A. (2013). SPARQL 1.1 Query Language W3C Recommendation. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/2013/REC-sparql11-query-20130321/>
- Hinkelmann, K., Gerber, A., Karagiannis, D., Thoenssen, B., Van Der Merwe, A., & Woitsch, R. (2016). A new paradigm for the continuous alignment of business and IT: Combining enterprise architecture modelling and enterprise ontology. *Computers in Industry*, 79, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.07.009>
- Hyland, B., Ateazing, G., & Villazon-Terrazas, B. (2008). Best Practice Recipes for Publishing RDF Vocabularies. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/swbp-vocab-pub/>
- Kabilan, V., Johannesson, P., Ruohomaa, S., Moen, P., Herrmann, A., Ahlfeldt, R.-M., & Weigand, H. (2007). Introducing the Common Non-Functional Ontology. *Enterprise Interoperability II - New Challenges and Approaches*, 633–645.
- Kirk, A., & Roger, E. (1995). *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. (T. Brooks, Ed.) (3rd ed.). Cole Publishing Co.

- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33, 1–26.
- Linehan, M. H., & Putrycz, E. (2009). Introduction to “rule transformation and extraction” track. *Rule Interchange And Applications. International Symposium, RuleML Las Vegas, Nevada, USA November 2009 Proceedings*, 5858 LNCS, 137–143. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-04985-9\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-04985-9_14)
- Markovic, I., Jain, S., El-gayyar, M., & Cremers, A. B. (2009). Modeling and Validation of Business Policies and Rules in Semantic Business Process Modeling. *The Semantic Web - Research and Applications. 6th European Semantic Web Conference, ESWC 2009 Heraklion, Crete, Greece. Proceedings*, 7, 873–877.
- McGuinness, D. ., & Harmelen, F. Van. (2004). OWL Web Ontology Language Overview - W3C Recommendation. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>
- Metadata Terms. (2012). Dublin Core Metadata Initiative. Retrieved from <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>
- Muñoz, C., Caro, A., & Gutiérrez, G. (2017). Representación y Procesamiento de Planes Estratégicos mediante Estándares y Tecnologías de la Web Semántica Una Revisión Sistemática de la Literatura. In *VIII Conferencia Internacional de Ingeniería en Computación e Informática de la Zona Norte de Chile (INFONOR-CHILE 2017)*.
- Muñoz, E., Capón-García, E., Laínez, J. M., Espuña, A., & Puigjaner, L. (2013). Integration of enterprise levels based on an ontological framework. *Chemical Engineering Research and Design*, 91(8), 1542–1556. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2013.04.015>
- OMG. (2015). Business Motivation Model. Retrieved from <http://www.omg.org/spec/BMM/1.3/PDF>
- Papageorgiou, N., Verginadis, Y., Apostolou, D., & Mentzas, G. (2011). Event-driven adaptive collaboration using semantically-enriched patterns. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 15409–15424. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.06.020>
- Qiu, R. G. (2006). Towards ontology-driven knowledge synthesis for heterogeneous information systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17(1), 99–109. <https://doi.org/10.1007/s10845-005-5515-z>
- Riemer, D., Stojanovic, N., & Stojanovic, L. (2013). A Methodology for Designing Events and Patterns in Fast Data Processing. *Advanced Information Systems Engineering. 25th International Conference, CAISE 2013 Proceedings*, 133–148. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38709-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38709-8_9)
- Runeson, P., Host, M., Rainer, A., & Regnell, B. (2012). *Case study research in software engineering: Guidelines and examples*. (E. J. Wiley & A. Sons, Ed.).
- Steiner, G. A. (1997). *Strategic Planning - What every manager must know*. Free Press.
- Sunkle, S., Kholkar, D., Rathod, H., & Kulkarni, V. (2014). Incorporating directives into enterprise to-be architecture. *Proceedings - IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Workshop, EDOCW*, 57–66. <https://doi.org/10.1109/EDOCW.2014.17>
- Vasilecas, O., & Bugaite, D. (2006). Ontology-Based Information Systems Development : The Problem of Automation of Information Processing Rules. In *International Conference on Advances in Information Systems*, 187–196.
- Veres, C., Sampson, J., Cox, K., Bleistein, S., & Verner, J. (2010). Chapter 2 An Ontology-Based Approach for Supporting Business-IT Alignment. *Complex Intelligent Systems and Their Applications*, 41, 21–42. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1636-5>

- W3C Recommendation. (2001). W3C SEMANTIC WEB ACTIVITY. Retrieved from <https://www.w3.org/2001/sw/>
- W3C Recommendation. (2008). SPARQL Query Language for RDF. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- W3C Recommendation. (2013). SPARQL 1.1 Query Language. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
- W3C Recommendation. (2014a). RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax.
- W3C Recommendation. (2014b). RDF 1.1 N-Triples. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/2014/REC-n-triples-20140225/>
- W3C Recommendation. (2014c). RDF Schema 1.1. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
- W3C Recommendation. (2015). Linked Data. Retrieved from <https://www.w3.org/standards/semanticweb/data>

---

## **Anexos**

## **Anexo A. Planificación de la Revisión Sistemática de la Literatura**

Se presenta la planificación previa a la realización de la revisión sistemática de la literatura, de la cual, junto con la identificación de la necesidad de investigación, se obtuvieron los protocolos de búsqueda y revisión. Dos supervisores evaluaron permanentemente la planificación y evaluaron su adecuación. Posteriormente, se realizó una búsqueda general en las diferentes fuentes especificadas durante la planificación de la revisión. De los resultados de la búsqueda, los artículos duplicados fueron descartados, y una revisión parcial fue realizada en los artículos restantes, obteniendo una lista de artículos seleccionados que eran potencialmente útiles. Se analizó en profundidad los artículos seleccionados y se obtuvo la lista de artículos útiles para esta investigación. Los detalles de la planificación de la revisión se especifican a continuación, mientras que los resultados de la realización del proceso de búsqueda y revisión se encuentran documentados en el capítulo 4.

### **A1. Identificación de la necesidad de revisión**

El objetivo de esta RSL que fue conocer el estado del arte respecto de la representación y procesamiento de Planes Estratégicos modelados con BMM mediante los Estándares y Tecnologías de la Web Semántica, en especial en aquellos trabajos que reporten transformaciones de modelos o uso de tecnologías de la web semántica para la gestión de planes estratégicos u ontologías que representen la motivación empresarial.

Por lo tanto, la pregunta de investigación planteada fue: ¿Es posible modelar y procesar planes estratégicos representados con BMM usando estándares y tecnologías de la Web Semántica?.

Los términos de búsqueda considerados para resolver la pregunta de investigación fueron: Business Motivation Model, Resource Description Framework Schema, Strategic Plan, Semantic Web. La combinación de términos se detalla en el ítem combinaciones de la Tabla 8. Las fuentes de búsquedas consideradas fueron: Springer, ScienceDirect, Scholar Google y Web of Science. En cada fuente electrónica se hará uso de su buscador especializado.

Los resultados esperados al finalizar la RSL son: identificar trabajos que consideren estándares WS para representar y gestionar planes estratégicos definidos bajo el estándar BMM, o estudios que avalen el uso de la Web Semántica con elementos del Modelo de Motivación Empresarial

### **A.2 Definición de un Protocolo de búsqueda**

El protocolo establece los criterios para buscar trabajos que respondan la interrogante de investigación. En la Tabla 8 se presenta el detalle del protocolo de búsqueda que considera los términos, combinaciones, estrategias de búsqueda y registro de resultados

### **A.3 Definición de un Protocolo de revisión**

Esta sub-etapa especifica los métodos que serán usados para realizar la RSL de los trabajos preliminares encontrados. Evitando en la medida de lo posible, los prejuicios y expectativas del investigador.

La Tabla 9 presenta el detalle para este protocolo que considera: normas de revisión, criterios de inclusión, criterios de exclusión, estrategia de extracción de datos y registro de los resultado (C. Muñoz et al., 2017).

**Tabla 8.** Protocolo de búsqueda para la RSL.

<b>Protocolo de Búsqueda</b>	
<b>Términos</b>	Business Motivation Model, RDFS, Strategic Plan, Semantic Web
<b>Combinaciones</b>	1.-“Business Motivation Model” and “Semantic Web”. 2.- "Business Motivation Model" and "RDFS". 3.- “Strategic Plan” & “RDFS”. 4.- “Strategic Plan” & “Semantic Web”.
<b>Estrategias de búsqueda</b>	<b>En Fuentes de Datos:</b> Ingresar las combinaciones entre comillas y en pares concatenadas por el operador and. <b>Autores:</b> Identificar a los autores relevantes, acceder directamente a sus páginas personales, para la búsqueda de trabajos.
<b>Registro de los resultados</b>	Registrar los resultados de las búsquedas mediante tablas electrónicas tipo Excel.

**Tabla 9.** Protocolo de revisión para la RSL.

<b>Protocolo de Revisión</b>	
<b>Normas de Revisión</b>	Leer las 100 primeras entradas de cada fuente electrónica y combinación que contemple la RSL, considerando el resumen e introducción y decidir su inclusión o no en el estudio, en base a los criterios de este protocolo. Registrar comentarios acerca del documento. Se llevará un control sobre los estudios primarios aceptados y rechazados, registrando el motivo de exclusión.
<b>Criterios de Inclusión</b>	Serán seleccionados todos aquellos artículos que hablen del uso de las tecnologías de la Web Semántica, vinculadas a BMM. En especial aquellos que cumplan con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representar aspectos de la motivación del negocio mediante la Web Semántica</li> <li>• Usos de las tecnologías de la Web Semántica (RDF, RDFS, OWL) en los Negocios.</li> <li>• Transformaciones de modelo de negocio a estándares de la Web Semántica</li> <li>• Ontologías vinculadas con la representación de Plan Estratégico o motivación de Negocio.</li> </ul>
<b>Criterios de Exclusión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serán excluidos de la revisión aquellos artículos que no consideren los criterios de inclusión, además aquellos que se alejen del ámbito de estudio BMM y Web Semántica.</li> <li>• Serán excluidas las publicaciones sobre la posición 100 de la búsqueda, considerando que el listado esta ordenado por fecha de publicación.</li> </ul>
<b>Estrategia de extracción de datos</b>	Cada estudio seleccionado, debe ser leído con el objeto de extraer datos, considerando dos etapas: <p><b>Etapa 1:</b> Contempla leer el resumen, introducción, trabajos relacionados, conclusión y referencias. Con ello será posible establecer las principales contribuciones y vinculación con nuestra interrogante de investigación.</p> <p><b>Etapa 2:</b> Considera leer el cuerpo del artículo, lo que nos permitirá obtener información detallada del trabajo.</p>
<b>Registro de los resultados</b>	Registrar los resultados de las búsquedas mediante tablas electrónicas tipo Excel.

## Anexo B. CUESTIONARIO

El objetivo de este cuestionario es conocer la impresión del encargado de la elaboración, seguimiento de un plan estratégico, además de la interrelación con otras unidades administrativas. Agradeceremos responda las preguntas que considera el instrumento, de acuerdo con las instrucciones.

### Antecedentes de Clasificación

Cargo Empresa u Organización :

Años en Empresa u Organización :

### I.- Gestión del Plan Estratégico

De acuerdo con su opinión marque el casillero de la alternativa que considere correcta. -

1.- En promedio, ¿Cada cuánto tiempo se elabora un plan estratégico en su empresa o institución?

5 años o más

Entre 3 y 5 Años

Todos los años

2.- En la elaboración del plan estratégico, ¿Cuánta gente participa?

Individualmente

Comisión

Toda la Unidad

3.-¿Existen metas comunes entre las unidades al interior de su empresa o institución ?

SI

NO

DESCONOCE

4.-¿Los objetivos de su plan estratégico comparten actividades con otras unidades al interior de su empresa o institución para lograr una determinada meta?

SI

NO

DESCONOCE

5.- ¿Es de su interés conocer el grado de relación entre los elementos de su plan estratégico con los planes de otras unidades similares a la suya?

SI

NO

NO ES RELEVANTE

6.- ¿Cuánto tiempo de su jornada laboral invierte en el semestre para dar seguimiento y cumplimiento a lo declarado en el plan estratégico de su unidad?

Más ½ Jornada	½ Jornada	más ¼ Jornada	¼ Jornada	Menos ¼ Jornada
<input type="checkbox"/>				

## II.- Sobre el Prototipo de Herramienta.

Para las siguientes preguntas indique su valoración, sobre las facilidades que entrega el prototipo para elaborar y consultar planes estratégicos. Considere la siguiente escala de apreciación:

Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Neutral, En Desacuerdo y Totalmente en Desacuerdo.

¿El prototipo entrega las facilidades para consultar información relevante y oportuna del plan estratégico?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="checkbox"/>				

El prototipo permite gestionar de una manera ágil los componentes de un plan estratégico.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="checkbox"/>				

La gestión del plan estratégico mediante una herramienta automatizada (equivalente al prototipo) sería un apoyo a su gestión como director de la Unidad.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="checkbox"/>				

El prototipo es una herramienta que colabora para representar un plan estratégico.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="checkbox"/>				

El prototipo considera un módulo que permite consultar el plan estratégico.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
<input type="checkbox"/>				

## RESULTADO CUESTIONARIO

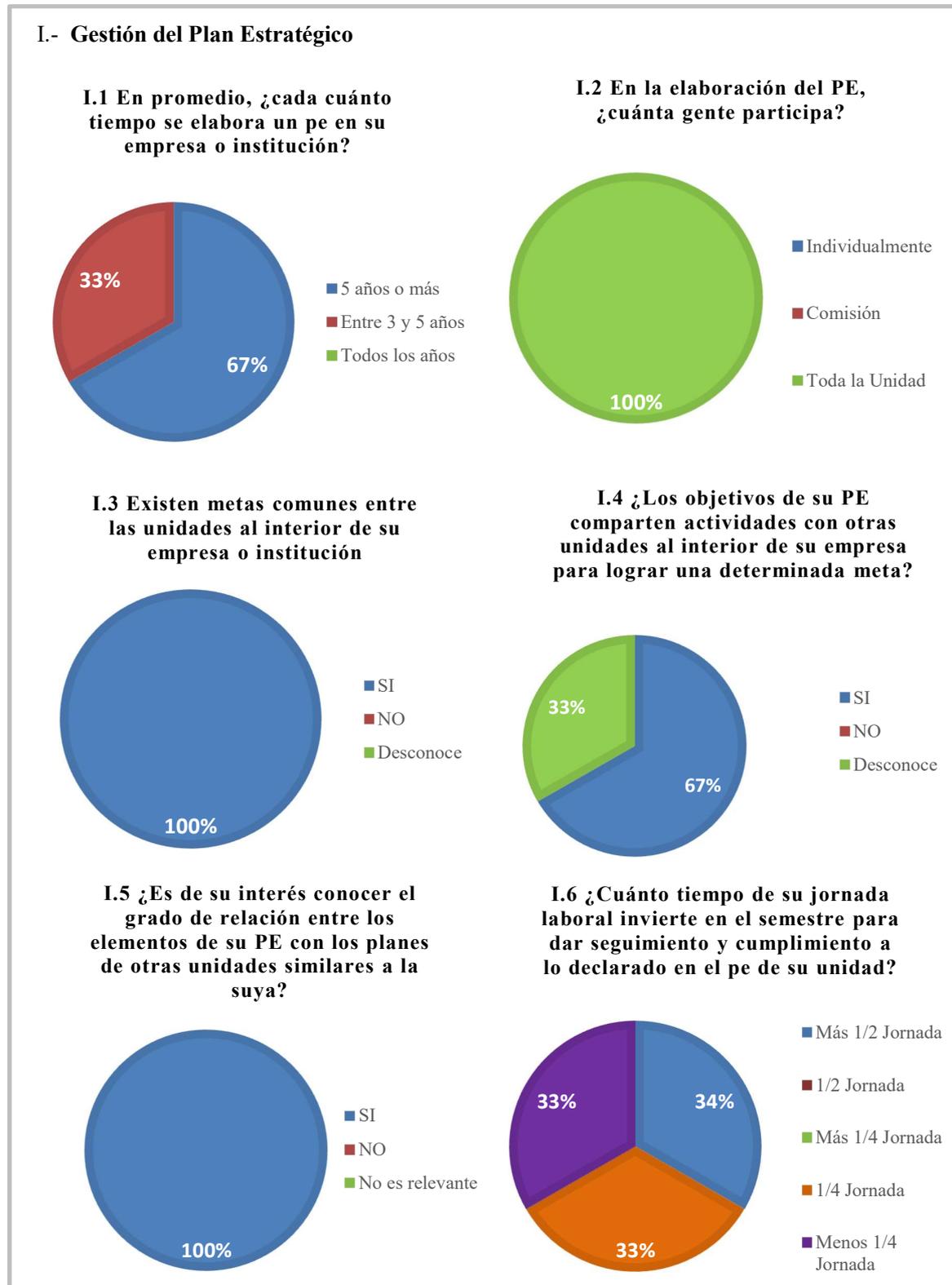


Figura 38. Resultado Cuestionario Parte I. Directores de Departamento

## RESULTADO CUESTIONARIO

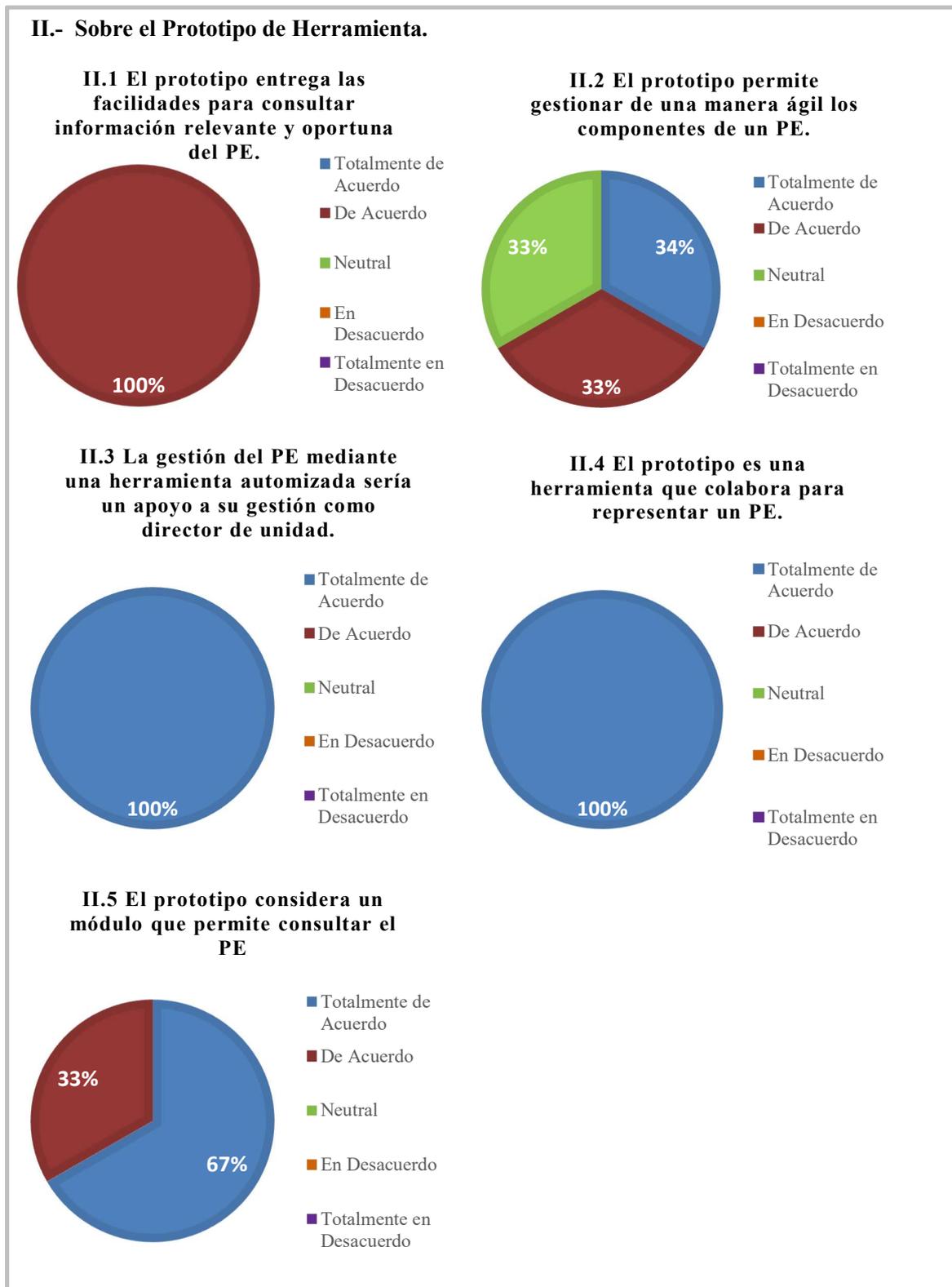


Figura 39. Resultado Cuestionario Parte II. Directores de Departamento

## **Anexo C. Entrevista Revisión Prototipo.**

El objetivo de este instrumento es conocer la opinión del encargado de administrar un plan estratégico, sobre la gestión de este y conocer su impresión frente al uso del prototipo para la representación RDF y las consultas SPARQL del plan estratégico.

### **Gestión del Plan Estratégico**

1.- ¿Que herramientas utiliza para gestionar su plan estratégico? Describir

Un módulo especial en la intranet institucional.

2.- ¿Cuál es el mayor obstáculo para la gestión del plan estratégico de su Unidad?

El registro y despliegue de la información no es cómodo para el usuario.

3.- ¿Cuál es la relación con otros encargados de Unidad, para gestionar su plan estratégico?  
Describir

Típicamente, se organizan actividades comunes que tributan en diferente medida a ambos planes estratégicos de las unidades participantes.

4.- ¿Señalar cómo realiza actualmente consultas básicas sobre el plan estratégico? y ¿cuánto tiempo tarda en promedio?

Las consultas son manuales, es decir, por inspección visual. No existe una opción para realizar consultas o agrupaciones. El tiempo puede ser bastante, en muchas ocasiones es necesario imprimir primero el plan con los avances de cada objetivo y luego realizar la inspección. Podría ser 30 minutos a una hora.

### **Sobre el Prototipo de Herramienta**

5. ¿Cuál es su impresión sobre el uso del prototipo para administrar y consultar planes estratégicos?

Considero que es una herramienta útil que permite desplegar el plan filtrando la información que se desea obtener.

6.- ¿Qué valor tiene para usted, consultar el plan estratégico de su unidad mediante algún medio tecnológico similar al prototipo?

Permite facilidad para analizar resultados focalizando el estudio solo en lo que se desea analizar. Esto permite acelerar la obtención de conclusiones o resultados finales del análisis.

7.- ¿Qué valor tiene para usted, consultar otros planes estratégicos de unidades administrativas similares u otra instancia Jerárquica?

Permite comparar mi unidad con otras, analizar objetivos similares, grados de avance para obtener respuestas comparativas rápidas.

8.- ¿Qué beneficios proyecta usted, de la representación de su plan estratégico realizada por el prototipo?

Es una herramienta que puede ser potenciada mucho más, permitiendo flexibilidad y facilidad para la realización de tareas de análisis sobre los planes.

9.- ¿Qué beneficios proyecta usted, al realizar consultas sobre el plan estratégico mediante el prototipo?

Rapidez, sencillez, precisión en las respuestas obtenidas. Posibilidad para mejorar las conclusiones del análisis.

**Nota:**

El formulario registra las respuestas de uno de los directores de departamento académico de la Facultad.

## Anexo D. Fragmento Plan Estratégico DCCTI Formato RDF (N3)

```
dccti.n3
28
29 dcct:vision rdf:type bmm:Vision .
30 dcct:vision bmm:elementOf dcct:plan2015 .S
31 dcct:vision bmm:identifiier "vis1" .
32 dcct:vision bmm:title "Vision 1" .
33 dcct:vision bmm:description "Ser reconocido por su aporte académico y científico"
34
35 #####
36 #####
37
38 dcct:strategy1 rdf:type bmm:Strategy .
39 dcct:strategy1 bmm:elementOf dcct:plan2015 .
40 dcct:strategy1 bmm:identifiier "str1" .
41 dcct:strategy1 bmm:title "Strategy 1" .
42 dcct:strategy1 bmm:description "DOCENCIA DE PREGRADO FORMANDO PERSONAS INTEGRALES
43 dcct:strategy1 bmm:isPlannedByMeansOf dcct:mission. #Property isPlannedByMeansOf
44 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal1. #Property support
45 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal2. #Property support
46 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal3. #Property support
47 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal4. #Property support
48 dcct:strategy1 bmm:supports dcct:goal5. #Property support
49
50 dcct:tactic1 rdf:type bmm:Tactic .
51 dcct:tactic1 bmm:elementOf dcct:plan2015 .
52 dcct:tactic1 bmm:identifiier "taci" .
53 dcct:tactic1 bmm:title "Tactic 1" .
54 dcct:tactic1 bmm:validity "does not record validity" .
55 dcct:tactic1 bmm:description "Fortalecer los sistemas de medición, seguimiento y
56 dcct:tactic1 bmm:implements dcct:strategy1 . # Property implements
57 dcct:tactic1 bmm:achieves dcct:objective1 . # Property achieves
58 dcct:tactic1 bmm:achieves dcct:objective2 . # Property achieves
59 dcct:tactic1 bmm:achieves dcct:objective3 . # Property achieves
60
61 dcct:goal1 rdf:type bmm:Goal .
62 dcct:goal1 bmm:elementOf dcct:plan2015 .
63 dcct:goal1 bmm:identifiier "goal" .
64 dcct:goal1 bmm:title "Goal 1" .
65 dcct:goal1 bmm:description "Implementar sistema de seguimiento y monitoreo de los
66 dcct:goal1 bmm:amplifies dcct:vision . # Property amplifies
67
68 dcct:objective1 rdf:type bmm:Objective .
69 dcct:objective1 bmm:elementOf dcct:plan2015 .
70 dcct:objective1 bmm:identifiier "obj1" .
71 dcct:objective1 bmm:title "Objective 1" .
72 dcct:objective1 bmm:description "Convertir los programas de asignatura impartidas
73 dcct:objective1 bmm:measure "(Nº de asignaturas renovadas / Nº de asignaturas que
74 dcct:objective1 bmm:timetargeted "04-05-2015 al 31-12-2019".
```

Figura 40. Fragmento Plan DCCTI en Formato RDF