

# **ENTORNO PARA LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ORGANIZACIONAL BASADO EN ONTOLOGÍAS Y UNA APROXIMACIÓN AL LENGUAJE NATURAL (EBIO)**

**ELIZABETH GRANADOS PEMBERTY**



**Tesis de Maestría en Ingeniería Telemática**

**Director:**

**Eduardo Rojas Pineda**

**Magister en Sistemas y Redes de Comunicación**

**Asesor:**

**Miguel Ángel Niño Zambrano**

**Magíster en Informática**

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Telemática  
Línea de Investigación Aplicaciones y Servicios sobre Internet  
Popayán, abril 2013**

**ELIZABETH GRANADOS PEMBERTY**

**ENTORNO PARA LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN  
ORGANIZACIONAL BASADO EN ONTOLOGÍAS Y UNA  
APROXIMACIÓN AL LENGUAJE NATURAL (EBIO)**

**Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
de la Universidad del Cauca para la obtención del Título de**

**Magister en:  
Ingeniería Telemática**

**Director:  
Mag. Eduardo Rojas Pineda**

**Asesor:  
PhD (c) Miguel Ángel Niño Zambrano**

**POPAYÁN  
2013**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**JURADO**

**Popayán, 2013**

## Agradecimientos

*Agradezco primero a Dios quien es el que guía mi camino y me bendice constantemente con todo lo que me brinda.*

*Agradezco a mi esposo Miguel y mi hijo Miguel Angelo, por el amor, el apoyo, la paciencia y la colaboración que me han brindado en este momento de mi vida en el que su compañía ha sido muy importante para mí.*

*Agradezco a mi familia: Ángel Nicolás, Eugenia, Angel y Yeimy, por ser el reflejo de lo que debe ser la comprensión y la unión familiar.*

*Agradezco a mi asesor Eduardo por acompañarme y aconsejarme en esta parte del camino.*

*Agradezco a Diego y Jarold mis estudiantes, que apoyaron el desarrollo del proyecto.*

*Agradezco también a todas las personas que de alguna u otra manera me han colaborado para culminar este proyecto.*

## Resumen estructurado

**Antecedentes:** El grupo de investigación en Ingeniería Telemática tiene entre sus líneas de investigación los “Servicios Avanzados de Telecomunicaciones”, para el caso particular aplicado al área de trabajo la gestión organizacional, como un área que permite incorporar a las organizaciones tecnologías de la información y las telecomunicaciones, necesarias para permitirles almacenar, organizar y gestionar su conocimiento en beneficio de sus objetivos. Uno de los problemas más sentidos actualmente en las organizaciones es la eficacia en la toma de decisiones, la cual se vuelve cada vez más una necesidad imperante para responder a los cambios acelerados que viven las mismas. Es así como el doctor Eduardo Rojas ha invertido parte de sus investigaciones en la gestión correcta del conocimiento en las organizaciones y como parte de su actividad ha planteado en conjunto con la ingeniera Elizabeth Granados este proyecto, que tienen como fin aportar a la toma de decisiones acercando a los directivos a la información que necesitan, de manera natural y transparente para ellos.

**Objetivos:** Definir un entorno para la búsqueda de información organizacional que interprete y de respuesta una solicitud realizada por un actor organizacional a través de una aproximación al lenguaje natural. Para lograr lo anterior se propuso definir una aproximación al lenguaje natural a ser utilizada por los directivos, los cuales hacen sus consultas directamente en una interfaz de comunicación con una ontología organizacional. El sistema debe ser capaz de retornar la información necesaria para que el directivo pueda tomar decisiones eficaces. Así se deben proponer indicadores adecuados que permitan verificar la capacidad del sistema para apoyar la toma de decisiones en el dominio específico.

**Método(s):** Se creó un estado del arte en las áreas de las ontologías organizacionales y las interfaces de procesamiento de lenguaje natural, basado en éste referente teórico y de acuerdo a la metodología planteada, se definió una aproximación al lenguaje natural más un procedimiento que permitiera crear ontologías organizacionales y adaptarlas al entorno definido, así como los requisitos de interacción con el sistema de información que debía soportar el entorno. Posteriormente se tomó un caso de estudio que fue los procedimientos de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca. Así se implementó una aplicación web capaz de entender el lenguaje natural, consultar directamente una ontología sobre procedimientos de gestión de grupo de investigación y devolver resultados precisos sobre la información solicitada en un tiempo adecuado.

**Resultados:** Se definieron las características y componentes que debe tener un entorno que permite la consulta de información organizacional de manera directa por parte de sus usuarios, sin intermediarios y con respuestas oportunas, precisas y completas. El entorno presenta tres productos bien diferenciados:

1. Una aproximación al lenguaje natural, que puede ser adaptada y reutilizada en cualquier dominio de las organizaciones, con el fin de realizar consultas en el lenguaje de los usuarios del dominio de conocimiento modelado y teniendo en cuenta su propia jerga organizacional.
2. Se creó una interfaz de comunicación en lenguaje natural entre los usuarios organizacionales y la información de los procedimientos organizacionales almacenados en una ontología organizacional. Esta interfaz no depende del dominio de la ontología, pudiéndose reutilizar para cualquier otro dominio.
3. Se creó un procedimiento para crear ontologías organizacionales que puedan ser reutilizadas en el entorno definido y con éste se creó una ontología para los procedimientos de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca.

Por otro lado, el proyecto también propuso unos indicadores de validación de sistemas para el apoyo a la toma de decisiones en un contexto bien definido, con el fin de tener elementos que permitan a futuro evaluar y comparar este tipo de sistemas en las organizaciones. Ya que el entorno guarda características de una sistema de recuperación de información de tipo búsqueda – respuesta, se validaron también los indicadores tradicionales de relevancia. Todos los indicadores anteriores se midieron en un experimento con usuarios reales, de tal forma que permitiera validar la estrategia propuesta.

### **Conclusiones:**

- Se definieron las características y componentes que debe tener un entorno que permite la consulta de información organizacional de manera directa por parte de sus usuarios, sin intermediarios y con respuestas relevantes a la consulta realizada.
- Se definieron unos indicadores de validación de sistemas para el apoyo a la toma de decisiones en un contexto bien definido.
- Para el caso de estudio se desarrolló una aplicación Web (SBRIO), la cual implementó EBIO, aplicado al procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca. Aunque los resultados iniciales son favorables, es necesario aplicar las pruebas en otros casos de estudio para verificar la generalidad de los resultados.

**Palabras Clave:** Entorno organizacional, Ontologías organizacionales, Procesamiento de Lenguaje Natural, Indicadores para Toma de Decisiones.

## Structured abstract

**Background:** The research group in Telematics Engineering has among its research the "Advanced Telecom Services", for the particular case applied to the workspace organizational management as an area that allows organizations to incorporate information technology and telecommunications necessary to enable them to store, organize and manage their knowledge for the benefit of its objectives. One of the most sensitive problems in organizations today is the effective decision-making, which becomes an increasingly pressing need to respond to the rapid changes experienced by them. Thus with Dr. Eduardo Rojas has invested part of his research in the proper management of knowledge in organizations and as part of its activity has arisen in conjunction with the project engineer Elizabeth Granados, which aim to bring decision making closer managers with the information they need in a natural and transparent to them.

**Aims:** Define an environment for organizational information search interpreter and answer a request made by an actor through an organizational approach to natural language. To achieve this it was proposed to define an approach to natural language to be used by managers, who make their queries directly to a communication interface with organizational ontology. The system should be able to return the information to the manager to make effective decisions. So should propose appropriate indicators to verify the ability of the system to support decision-making in the specific domain.

**Method(s):** It created a state of the art in the areas of organizational ontologies and interfaces natural language processing, based on this theoretical reference and according to the proposed methodology, defined an approach to natural language over a procedure that would create organizational ontologies and adapt to the environment defined, and the requirements of interaction with the information system should support the environment. Later it took a case study that was procedures of research vice-rectory at the University of Cauca. So we implemented a web application able to understand natural language, search directly on an ontology management procedures research group and return accurate results about the information requested in a timely manner.

**Results:** We defined the features and components that must have an environment that enables organizational consulting information directly from their users, without intermediaries and with timely, accurate and complete. The environment has three distinct products:

1. An approach to natural language, which can be adapted and reused in any domain of organizations to query the users language domain knowledge modeling and taking into account its own organizational jargon.
2. It created a communication interface between the user natural language and organizational information stored in organizational procedures organizational

ontology. This interface is independent of the domain ontology, and can be reused for any other domain.

3. It created an organizational procedure to create ontologies that can be reused in the environment defined and it defined an ontology for procedures from the office of research at the University of Cauca.

Moreover, the project also proposed indicators validation systems for supporting decision-making in a well-defined context, in order to take forward elements to evaluate and compare these systems in organizations. Since the characteristics of a stored environment information retrieval system to search type - response validated also traditional indicators of relevance. All previous indicators were measured in an experiment with real users, so that would validate the strategy proposed.

**Conclusions:**

- Defined the characteristics and components must have an environment that enables organizational consulting information directly from their users, without intermediaries and relevant answers to the query.
- Indicators were defined validation systems to support decision making in a well-defined context.
- For the case study we developed a Web application (sbRIO), which implemented EBIO, applied the procedure Management Research Groups Research Vicerrectoría University of Cauca. Although the initial results are favorable, the tests must be applied in other case studies to verify the generality of the results.

**Keywords:** Organizational environment, organizational Ontology, Natural Language Processing, Indicators for Decision Making.



# CONTENIDO

<b>Agradecimientos</b>	<b>IV</b>
<b>Resumen estructurado</b>	<b>V</b>
<b>Structured abstract</b>	<b>VII</b>
<b>CONTENIDO</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE ECUACIONES</b>	<b>XIV</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto General	1
1.2 Declaración del Problema	1
1.3 Objetivo General	3
1.4 Objetivos Específicos	3
1.5 Contribuciones	3
1.6 Alcance	4
1.7 Contenido de la Monografía	4
<b>2 MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
2.1 Ontología	6
2.2 Modelo Organizacional	7
2.2.1 Problema 1. Interpretación de Expresiones	8
2.2.2 Problema 2. Dominio de Conocimiento Común	9
2.2.3 Problema 3. Falta de Capacitación	10
2.2.4 Problema 4. Falta de Estándares	10
2.3 Soluciones a Algunos Problemas Organizacionales Basadas en Modelos Ontológicos	11
2.3.1 Proyecto TOVE	12
2.3.2 The Business Model Ontology a Proposition in a Design Science Approach	13
2.3.3 A Generic Enterprise Resource Ontology	13
2.3.4 Knowledge Sharing and Organization by Multiple Ontologies	14
2.3.5 Using Enterprise Reference Models for Automated ISO 9000 Compliance Evaluation	14
2.3.6 On Ontologies and Enterprise Modelling	14
2.4 Generalidades en los Proyectos Ontológicos	14
2.5 Desventajas en los Proyectos Ontológicos	15
2.6 Lenguaje Natural	15
2.6.1 Procesamiento de lenguaje natural	16
2.6.2 Niveles de análisis del lenguaje natural	16
2.6.3 Problemas que presenta el procesamiento del lenguaje natural	16
2.7 Algunos Trabajos Relacionados con el Proyecto	17
<b>3 LENGUAJE FORMAL</b>	<b>20</b>
3.1 Alfabeto	21
3.2 Palabra	21
3.3 Aproximación al Lenguaje Natural (Lenguaje Formal)	22

<b>4</b>	<b>ONTOLOGÍA DE PROCEDIMIENTOS ORGANIZACIONALES</b>	<b>23</b>
4.1	<b>Fase 1. Información General del Dominio</b>	<b>23</b>
	□ Dominio Específico de la Ontología	23
	□ Uso de la Ontología	23
	□ Preguntas y Respuestas a Resolver	23
	□ Usuarios	24
	□ Funcionamiento General del Dominio	24
	□ Definición de Términos Principales del Dominio	24
4.2	<b>Fase 2. Consideración de Otras Ontologías</b>	<b>25</b>
4.3	<b>Fase 3. Descripción Detallada del Dominio</b>	<b>25</b>
	□ Descripción Detallada del Procedimiento	25
	□ Asociaciones Básicas de la Conceptualización	26
	□ Descripción de los Conceptos Generales del Procedimiento	26
	□ Jerarquía de Conceptos del Procedimiento	27
	4.3.1 Propiedades Especiales en el Procedimiento	27
	4.3.2 Aspectos Importantes para el funcionamiento	28
<b>5</b>	<b>INTERFAZ EN LENGUAJE NATURAL ENTRE ACTOR ORGANIZACIONAL Y ONTOLOGÍA</b>	<b>29</b>
5.1	<b>Conversión de Consultas de Lenguaje Natural a un Lenguaje Formal para Acceder a Ontologías</b>	<b>29</b>
5.2	<b>Interfaz de Usuario para EBIO</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>ADAPTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN A LOS PROCEDIMIENTOS DE LA VICERECTORÍA DE INVESTIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA</b>	<b>33</b>
6.1	<b>Estrategia Diseñada</b>	<b>33</b>
	6.1.1 Descripción General de la Estrategia (Entorno de Búsqueda de Información Organizacional – EBIO)	33
	6.1.2 Clientes del Entorno	34
	6.1.3 Procesamiento Básico de EBIO	34
6.2	<b>Adaptación de la Estrategia</b>	<b>38</b>
	6.2.1 Aproximación al Lenguaje Natural	38
	6.2.2 Ontología de la VRI	39
	6.2.3 Interfaz en Lenguaje Natural	43
<b>7</b>	<b>INDICADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES</b>	<b>44</b>
7.1	<b>Naturaleza de las Mediciones</b>	<b>44</b>
7.2	<b>Indicadores Propuestos para la Toma de Decisiones</b>	<b>45</b>
	7.2.1 Indicador de Calidad: Media de Toma de decisiones (CMDT)	45
	7.2.2 Indicador de Eficacia para la Toma de Decisiones (EfTD)	48
	7.2.3 Indicador de Eficiencia de Tiempo para la Toma de Decisiones (EfTTD)	49
	7.2.4 Efectividad del Sistema en la Toma de Decisiones (ETDS)	50
	7.2.5 Conclusión y Alcance de los Indicadores Propuestos	50
<b>8</b>	<b>VALIDACIÓN DEL ENTORNO</b>	<b>52</b>
8.1	<b>Prototipo SBRIO [93]</b>	<b>52</b>
8.2	<b>Pruebas del Prototipo SBRIO [93]</b>	<b>54</b>
	8.2.1 Pruebas de Usabilidad y Funcionamiento	54

8.2.2 Pruebas de Relevancia y Apoyo a la Toma de Decisiones del sistema SBRIO	55
8.2.2.1 Selección de usuarios	56
8.2.2.2 Caracterización de variables	56
8.2.3 Diseño del experimento y selección de grupos	57
<b>8.3 RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<b>57</b>
8.3.1 Validación de Relevancia de SBRIO	57
8.3.2 Validación de la Toma de decisiones de SBRIO	60
<b>8.4 Conclusión de la Validación de SBRIO</b>	<b>62</b>
<b>9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
9.1 Conclusiones	63
9.2 Recomendaciones	64
9.3 Trabajo Futuro	65
<b>Bibliografía</b>	<b>66</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Interpretación de expresiones .....	8
Figura 2 Diferentes dominios de conocimiento .....	9
Figura 3 Falta de Capacitación .....	10
Figura 4 Falta de Estándares .....	11
Figura 5 Operaciones con Lenguajes [46] .....	21
Figura 6 Caso de Uso Interfaz de Usuario.....	30
Figura 7 Entorno EBIO .....	34
Figura 8 Cargar la Ontología .....	35
Figura 9 Procesamiento Básico de EBIO .....	36
Figura 10 Traducir SPARQL.....	37
Figura 11 Obtener la Respuesta.....	37
Figura 12 Funcionamiento General del Dominio .....	40
Figura 13 Jerarquía de Conceptos .....	42
Figura 14 Inicio de Sesión .....	53
Figura 15 Direccionamiento de la Ontología.....	53
Figura 16 Realizar Pregunta.....	53
Figura 17 Resultados del Test de Usabilidad .....	55
Figura 18 Precisión para G1, G2 Y G3.....	58
Figura 19 Recall para los tres grupos experimentales.....	58
Figura 20 Media Armónica F para los tres grupos experimentales.....	58
Figura 21 Cantidad de Preguntas Realizadas para Resolver los Problemas en los Tres Grupos Experimentales.....	59
Figura 22 Calidad de las Decisiones Tomadas por los Cuatro Grupos .....	60
Figura 23 Eficacia de las Decisiones Tomadas por los Cuatro Grupos.....	60
Figura 24 Eficiencia de las Decisiones Tomadas por los Cuatro Grupos .....	61
Figura 25 Efectividad del Entorno en la Toma de Decisiones con los Cuatro Grupos .....	61

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Descripción Detallada del Procedimiento .....	25
Tabla 2	Asociaciones Básicas de la Conceptualización .....	26
Tabla 3	Descripción de los Conceptos .....	26
Tabla 4	Propiedades Especiales de los Conceptos .....	27
Tabla 5	Otros Términos.....	28
Tabla 6	Casos de Uso Extendidos .....	32
Tabla 7	Otras Ontologías .....	41
Tabla 8	Asociaciones Básicas de la Conceptualización .....	41
Tabla 9	Asociaciones Básicas de la Conceptualización .....	42
Tabla 10	Definición de Conceptos.....	42
Tabla 11	Propiedades Especiales en las Actividades .....	43
Tabla 12	Términos Adicionales .....	43
Tabla 13	Ejemplo de Valoración de Alternativas de un Problema .....	46
Tabla 14	Ejemplo de Relación de restricciones vs consultas y sus valoraciones.....	46
Tabla 15	Ejemplo de Relación lógica de restricciones para valorar alternativas .....	47
Tabla 16	Ejemplo Problemas vs Alternativas escogidas por el usuario .....	47
Tabla 17	Valoraciones Cualitativas de la Decisión Tomada .....	48
Tabla 18	Rangos de Eficacia en Toma de Decisiones .....	49
Tabla 19	Tabla de Rangos de Eficiencia en Tiempo para la Toma de Decisiones...	50
Tabla 20	Tiempos Promedio para Acciones del Usuario Administrador.....	54
Tabla 21	Tiempos Promedio para Acciones del Usuario .....	55
Tabla 22	Diseño del Experimento .....	57
Tabla 23	Resultados Precisión, Recall y Armónica F.....	58
Tabla 24	Indicadores para la Toma de Decisiones .....	60

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Indicador de Calidad Media de Toma de Decisiones .....	48
Ecuación 2: Indicador de Eficacia para la Toma de Decisiones .....	48
Ecuación 3: Indicador de Eficiencia de Tiempo Medio de Toma de Decisiones del Sistema.....	49
Ecuación 4: Efectividad del Sistema en la Toma de Decisiones .....	50

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Contexto General

Hoy por hoy, las organizaciones tienen una diversidad de diferentes sistemas de información, tanto manuales como computarizados, en los cuales, en la mayoría de los casos, la información y el conocimiento no están disponibles en forma clara, precisa y oportuna, dificultando la toma de decisiones en especial la que deben realizar los altos directivos organizacionales [3][4][5]

Dicha información y el conocimiento, en la mayoría de las organizaciones, no están organizados y estandarizados adecuadamente para que sean entendidos por todos los actores organizacionales, ya que aparecen diferentes problemas en su interpretación, puesto que cada empleado maneja un vocabulario relacionado con su jerga y área de conocimiento; por ejemplo, el concepto de “salario” para la organización, puede ser para un empleado el “pago” y para otro el “sueldo” o “la paga”, entre otros [3][4][5][6][7].

Este proyecto busca aportar una solución que permita a directivos, acceder directamente a la información sobre los procedimientos organizacionales sin tener que preocuparse por la jerga que dichos actores manejan o la intervención de terceros para que soporten la búsqueda de la información requerida para la toma de decisiones.

## 1.2 Declaración del Problema

Las organizaciones<sup>1</sup> a través de los años han ido incorporando un complejo cúmulo de conceptos formados por aspectos tales como: dominios de conocimiento de los diferentes actores, áreas diversas, varios procesos para cada uno de los enfoques organizacionales, sistemas de información<sup>2</sup> manuales y/o computarizados, estrategias y proyecciones, entre otros; describiendo con ello, una estructura de la organización en la que es de suma importancia la conceptualización clara, precisa y oportuna de términos específicos manejados en toda la empresa y sus procesos, los cuales satisfacen las necesidades de información, especialmente, la requerida para la toma de decisiones por parte de los altos directivos organizacionales [1][2][3].

La mala comprensión de los conceptos organizacionales, llevan a la incertidumbre, a la mala disposición de los lineamientos o estructuras de las áreas específicas y a la

---

<sup>1</sup> Una de las definiciones más aproximada al esquema planteado en el trabajo acerca de organización, es la que hace referencia a un conjunto de personas que interactúan entre sí, en forma organizada, con el objetivo de alcanzar metas y resultados a través de la gestión a realizar en ella [2]

<sup>2</sup> Son todos los elementos que interactúan entre sí, para obtener, procesar, almacenar y distribuir información apoyando las actividades de una organización en cuanto a la toma de decisiones [17].

## INTRODUCCIÓN

incomprensión de procesos determinados dentro de la organización; haciendo más difícil el óptimo aprovechamiento de los recursos, la implementación adecuada de normas y estándares protocolarios y, la definición de procesos que permitan el cumplimiento de lo legalmente solicitado y otros aspectos relevantes para la toma de decisiones de los altos directivos, más aún, cuando dichos directivos manejan su propio vocabulario para expresar las solicitudes y requerimientos de información [1][2] [3][4][5].

La diversidad de términos empleados para definir los mismos conceptos, la complejidad de los conceptos y las diferentes formas de expresarlos, hacen que los altos directivos de una organización, tengan que interpretar sus requerimientos de información de acuerdo con los diversos actores que los generan, haciendo que la toma de decisiones no sea lograda en una forma rápida, oportuna y precisa [1][2][3][4][5].

La solución a lo anterior podría estar en lograr un entendimiento directo entre los directivos y la información organizacional, evitando la intervención de otros actores organizacionales para tomar sus decisiones. Esta solución tiene dos inconvenientes a saber: el primero, lograr que el lenguaje del directivo (lenguaje natural), sea entendido por los sistemas de información de manera automática y por otro lado, que el sistema de información de la organización tenga acceso a toda la información organizacional y que esté estructurada de tal forma que las respuestas sean claras, oportunas, concisas y confiables.

Para el entendimiento del lenguaje del directivo podemos utilizar las técnicas existentes en procesamiento de lenguaje natural (PLN)<sup>3</sup> y para la organización de la información de pueden utilizar las tecnologías de Ontologías<sup>4</sup>, las cuales permiten organizar el conocimiento en este caso el organizacional.

De acuerdo con lo anterior, la pregunta que surge a raíz del problema expuesto es:

¿Cómo integrar una aproximación al lenguaje natural, una interfaz de comunicación y ontologías, para que apoyen la toma de decisiones en una organización?

La hipótesis está definida por: al acercar de manera directa y natural la información organizacional al directivo, a través de respuestas rápidas, precisas y oportunas sin importar los diferentes roles, competencias, experiencias, conocimientos varios, entre otros, que ellos poseen, podría hacer más sencillo el acceso a la información por parte de los altos directivos, facilitando la toma de decisiones.

---

<sup>3</sup> No es mucho lo que hay que decir acerca del significado del lenguaje natural, pero en esencia, hace referencia a la forma en que normalmente hablan o en la que realizan la comunicación las personas [9][10]

<sup>4</sup> "las ontologías son sistemas para representar conceptualizaciones de dominios del conocimiento, parece ser una herramienta eficaz para modelar, compartir y reutilizar conocimiento en las organizaciones y contribuir a la toma de decisiones, haciendo inferencias a partir del conocimiento representado en estos sistemas"; además, son útiles para hacer ingerentes más complejas y determinar reglas para la interpretación semántica [8]



## INTRODUCCIÓN

### 1.3 Objetivo General

Definir un entorno<sup>5</sup> para la búsqueda de información organizacional que interprete y de respuesta una solicitud realizada por un actor organizacional a través de una aproximación al lenguaje natural.

### 1.4 Objetivos Específicos

- Desarrollar una estrategia de integración entre un lenguaje estructurado que representa una aproximación de lenguaje natural, unos requisitos para una interfaz de comunicación y una ontología organizacional, con las siguientes características:
  - Un lenguaje estructurado acerca de un dominio particular de conocimiento de las organizaciones (procedimientos organizacionales).
  - Una ontología organizacional que almacena el conocimiento relacionado a los procedimientos organizacionales.
  - Un conjunto de requisitos de interfaz entre el actor organizacional y la información acerca de los procedimientos existentes en la Ontología.
- Definir un procedimiento de adaptabilidad de la estrategia diseñada, tomando como caso de estudio los procedimientos de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca.
- Adaptar y/o proponer indicadores de evaluación del entorno propuesto con respecto a la capacidad para apoyar la toma de decisiones.

### 1.5 Contribuciones

- **Fortalecimiento Teórico en las Áreas de Ontologías y Procesamiento de Lenguaje Natural.** A partir del estudio y el análisis de diferentes investigaciones, puede favorecerse la base teórica perteneciente a la academia en lo referente a las Ontologías Organizacionales y Procesamiento de Lenguaje Natural, lo cual permite establecer un soporte para futuras investigaciones en estas áreas.
- **Entorno para la Búsqueda de Información Organizacional Basado en Ontologías y una Aproximación al Lenguaje Natural.** Un entorno de

---

<sup>5</sup> "Conjunto de condiciones extrínsecas que necesita un sistema informático para funcionar, como el tipo de programación, de proceso, las características de las máquinas que lo componen, etc.." Diccionario de la Real Academia Española. Avance Edición 23°. El entorno estará compuesto por una aproximación al lenguaje natural, una interfaz de comunicación y una ontología organizacional, el cual puede implementarse a través de una herramienta software.

## INTRODUCCIÓN

interacción directa de un directivo organizacional con el computador para buscar requerimientos sobre procedimientos organizacionales.

- **Indicadores para Apoyar la Toma de Decisiones.** La proposición de unos indicadores que apoyen la toma de decisiones y permitan validar los resultados obtenidos por el Entorno.
- **Artículo de investigación.** Soluciones Organizacionales a partir de Ontologías. Revista en Avances en Sistemas e Informática. Universidad Nacional de Colombia. Julio del 2011. ISSN: 1657-7663.
- **Monografía del trabajo de grado.** Corresponde al presente documento, donde está descrito el proceso seguido en el desarrollo del proyecto, los problemas que presentados, las respectivas soluciones, los principales aportes, las conclusiones y recomendaciones para el desarrollo de futuras investigaciones.

## 1.6 Alcance

El entorno propuesto consta de una interfaz, un procedimiento de adaptación de una ontología, una ontología para procedimientos, una aproximación a un lenguaje natural, unos indicadores y la validación de dicho entorno. El dominio de conocimiento que aborda el proyecto está definido por el procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca.

## 1.7 Contenido de la Monografía

- **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN:** este capítulo presenta toda la información relacionada al problema del proyecto incluyendo: el contexto general, la declaración del problema, los objetivos, las contribuciones y el alcance.
- **Capítulo 2. MARCO TEÓRICO:** este capítulo presenta las bases conceptuales que son importantes para el desarrollo del presente trabajo, las cuales hacen referencia a los principales núcleos temáticos como la organización, los problemas organizacionales, las ontologías organizacionales y el análisis del estado del arte, destacando los trabajos de investigación relacionados con este proyecto.
- **Capítulo 3. LENGUAJE ESTRUCTURADO:** esta sección presenta la aproximación al lenguaje natural constituido como el lenguaje estructurado, definido para la interacción del directivo organizacional con la ontología.
- **Capítulo 4. ONTOLOGÍA DE PROCEDIMIENTOS ORGANIZACIONALES:** este capítulo describe los pasos necesarios para realizar una ontología

## INTRODUCCIÓN

organizacional cuyo dominio de conocimiento son los procedimientos de la organización.

- **Capítulo 5. INTERFAZ EN LENGUAJE NATURAL ENTRE ACTOR ORGANIZACIONAL Y LA ONTOLOGÍA:** este capítulo presenta la interfaz propuesta que permite al actor organizacional, comunicarse en su propio lenguaje con la ontología de procedimientos organizacionales.
- **Capítulo 6. ADAPTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN A LOS PROCEDIMIENTOS DE LA VICERECTORÍA DE INVESTIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA:** esta sección realiza la adaptación de la estrategia propuesta para: el lenguaje estructurado, la ontología y la interfaz, a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca (VRI).
- **Capítulo 7. INDICADORES PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES:** este capítulo describe los indicadores propuestos para apoyar la toma de decisiones a través del entorno propuesto.
- **Capítulo 8. VALIDACIÓN DEL ENTORNO:** este capítulo presenta la validación del entorno a través de los indicadores propuestos.
- **Capítulo 9. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO:** por último, este capítulo analiza los resultados del trabajo realizado, detalla las principales contribuciones obtenidas en la ejecución del proyecto y expone un conjunto de recomendaciones importantes para el desarrollo de trabajos futuros.

## 2 MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta las bases conceptuales que son importantes para el desarrollo del presente trabajo, las cuales hacen referencia a los principales núcleos temáticos como: la organización, los problemas organizacionales, las ontologías organizacionales y el análisis del estado del arte, destacando los trabajos de investigación relacionados con este proyecto.

Esta fase utiliza el modelo de investigación documental planteado por Hoyos y Serrano [11] y esta metodología define los núcleos temáticos y construye las respectivas fichas bibliográficas relacionadas con cada documento que ha sido consultado en las principales bases de datos documentales (ACM, IEEE, Science Direct, entre otras). Un ejemplo de las fichas más representativas están en el **Anexo 1**

### 2.1 Ontología

Algunos autores han proporcionado definiciones acerca del término ontología, pero una de las más adaptadas al objetivo de este proyecto está dada por Campbell & Shapiro 95 [12], la cual plantea que: una ontología es un conjunto de elementos que expresa un vocabulario con significados precisos de términos aceptados y usados por el dominio de conocimiento representado [13]. Cabe anotar que la ontología fue utilizada inicialmente en el área de Filosofía como concepto básico para definir la naturaleza de la existencia [14] y aplicada en la actualidad a otras áreas como la inteligencia artificial en donde intenta realizar un acercamiento entre la tecnología y la representación del conocimiento [15].

Existen muchos tipos de ontologías, para el caso de estudio son utilizadas las ontologías de dominio específico, la cual nos permite organizar y definir un conjunto de conceptos en un área de conocimiento particular, para este caso, el área de procedimientos organizacionales [16].

Para crear una ontología organizacional es necesario partir de un área específica hasta abarcar toda la organización, formalizándolas en un modelo. Dicho modelo puede ser definido como una estructura de una situación en un área específica, a través del diseño de procesos, procedimientos, actividades, relaciones, recursos, metas y/o restricciones [13] del área propia de aplicación de la ontología. Es así, como un modelo organizacional representado con una ontología puede estar describiendo un conjunto de términos relevantes y relaciones entre dichos términos, que representan el problema abordado, utilizando un vocabulario propio del dominio de conocimiento específico del problema; aunque no siempre tienen en cuenta términos comunes empleados por los usuarios para referirse a dichos conceptos.

## 2.2 Modelo Organizacional

Al realizar un modelo organizacional, debe tenerse claro el término “organización”. Una de las definiciones más aproximada al esquema planteado en esta propuesta es la referente al conjunto de personas que interactúan entre sí, en forma organizada, con el objetivo de alcanzar metas y resultados a través de la gestión realizada en ella [17]. Lo cual implica necesariamente que en una organización existan áreas dedicadas exclusivamente a diferentes aspectos. Las áreas organizacionales en las cuales han utilizado modelos ontológicos, según los proyectos encontrados, son las referentes a las divisiones financieras, recursos humanos y las enfocadas a las estrategias de negocios.

Otras definiciones encontradas para el término organización: “es una variedad específica de formación social, que se origina y se mantiene como producto comunicativo; ésto es, como coordinación de conductas que logra orientar la acción colectiva a algunos propósitos previamente establecidos, a través del lenguaje” [18][19]. “Es un sistema físico o con un ciclo cerrado, controlado por la gerencia, que usa la retroalimentación para asegurar que se cumplan los objetivos, abierto a interactuar con el entorno. Además, está administrado mediante un sistema conceptual” [23], por lo cual sólo la representa como el poder de los altos directivos y no como un trabajo conjunto con todos los empleados.

El modelo organizacional también es llamado modelo del negocio.

Según Timmers [24], el modelo organizacional es:

- Una arquitectura de productos, servicios y flujos de información que incluye la descripción de varios actores del negocio y sus roles.
- Es una descripción de beneficios potenciales de varios actores del negocio.
- Es una descripción de orígenes de ingresos.

Según Osterwalder [25], el modelo organizacional es la conceptualización e implementación de la estrategia del negocio y la representación de los procesos del negocio y los sistemas de información, describe la lógica del negocio para adicionar valor a los modelos actuales.

Con respecto a la organización, algunos problemas hacen referencia a situaciones con una carencia, déficit o mal uso de recursos necesarios para el normal desarrollo de sus actividades, no le permiten avanzar en el logro de objetivos o metas organizacionales [25].

Toda organización presenta problemas variados enfocados a aspectos específicos los cuales pueden ser: la gran cantidad de documentos electrónicos que deben procesar; la presión directa de los altos directivos debido a la necesidad de tomar decisiones urgentes a partir de información precisa, oportuna y confiable; la falta de capacitación de algunos empleados en nuevas herramientas de software y hardware

[18][19] y la mala prestación de los servicios organizacionales hacia el cliente externo.

Los problemas anteriores han sido poco representados en los modelos ontológicos, debido posiblemente a la complejidad de los mismos, a la forma de cambio en el tiempo, a la dependencia directa de los usuarios con los procesos realizados por los sistemas de información computarizados, a la no utilización de estándares para la prestación del servicio o a la incapacidad de interpretar la forma de expresarse de los altos directivos en su lenguaje natural cuando hacen un requerimiento, siendo estas expresiones muy difíciles de interpretar al no poder modelar todas las acepciones con que cuenta la lengua española, mas, cuando pueden estar acompañadas de gestos, actitudes, tonos, sentidos y significados que dependen del directivo que las haga.

Los siguientes apartados describen con más detalle algunos de los problemas presentados anteriormente:

### 2.2.1 Problema 1. Interpretación de Expresiones

Un problema de la interpretación de las expresiones de los altos directivos es cuando el vocabulario del dominio de su conocimiento, es diferente al vocabulario del dominio de conocimiento utilizado en los sistemas de información organizacionales y los demás empleados. Una posible solución a ello puede abordarse desde la disciplina en computación como la inteligencia artificial específicamente la sub-área llamada procesamiento de lenguaje natural. Esta sub-área surge de la necesidad de estudiar los problemas propios de la generación, interpretación y comprensión del lenguaje natural [20]. La figura 1 presenta un ejemplo de dicho problema.

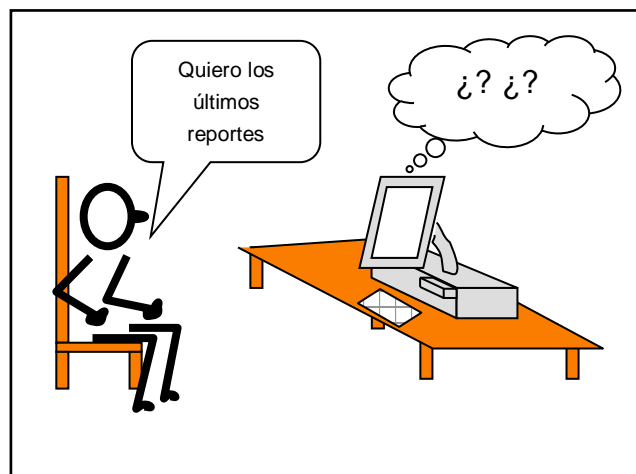


Figura 1 Interpretación de expresiones

En la figura 1 lo importante es lograr interpretar a un alto directivo (en este caso quien toma decisiones a partir de sus requerimientos), quiere decir con la expresión “últimos reportes”, en donde la palabra “últimos” podría corresponder al “mes actual”, al “mes anterior”, entre otros, dependiendo de a quién le esté realizando su consulta.

También está el interrogante de ¿cuáles reportes?, dependiendo del área del sistema de información en donde esté trabajando el alto directivo, del tipo de cargo y jerarquía que tenga o, del problema que él presente y por el cual necesita el reporte para tomar una decisión.

Este tipo de problemas aún no ha sido modelado ontológicamente según la investigación realizada, ya que los modelos ontológicos encontrados utilizan un vocabulario único del dominio de conocimiento sin tener en cuenta otro vocabulario que pueda significar lo mismo y esté expresado en lenguaje natural en una ontología.

### 2.2.2 Problema 2. Dominio de Conocimiento Común

Otro de los problemas organizacionales es la falta de un dominio de conocimiento común entre los diferentes actores encargados de la toma de decisiones, así como entre los diferentes empleados de la organización que entregan y procesan la información. Dicho problema, puede presentarse debido posiblemente a la formación, al nivel cultural, a los modismos de las regiones, entre otros, de los diferentes actores organizacionales. La figura 2 presenta un esquema de lo anterior.

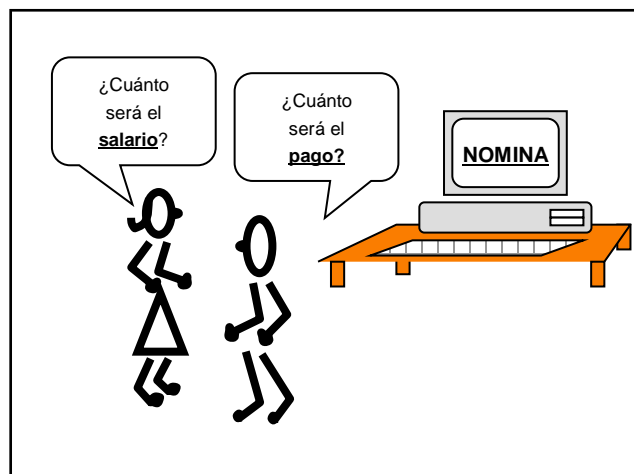


Figura 2 Diferentes dominios de conocimiento

Los actores organizacionales que toman decisiones tienen diversas palabras y/o expresiones para solicitar sus requerimientos. Como ejemplo un tema común a los empleados de una organización como es el pago por realizar su trabajo. Para algunos empleados dicho pago puede llamarse salario, para otros es el pago, otros pueden relacionarlo con la nómina; así, varias expresiones significando lo mismo bajo un dominio de conocimiento común, pero al ser expresadas, no son interpretadas de la misma manera por todos los sistemas de información o por todos los actores organizacionales.

Una solución a lo anterior podría ser una ontología representando el dominio de conocimiento del área de nómina la cual permita diferentes términos a partir del lenguaje natural, logrando interpretar los diferentes términos utilizados por los

actores organizacionales, en especial interpretando las expresiones de los altos directivos.

### 2.2.3 Problema 3. Falta de Capacitación

La falta de tiempo para realizar la capacitación de los empleados de la organización, en especial la de los altos directivos, lleva a otro problema al confrontar la tecnología con los diferentes actores organizacionales que no han recibido capacitación (ver figura 3).

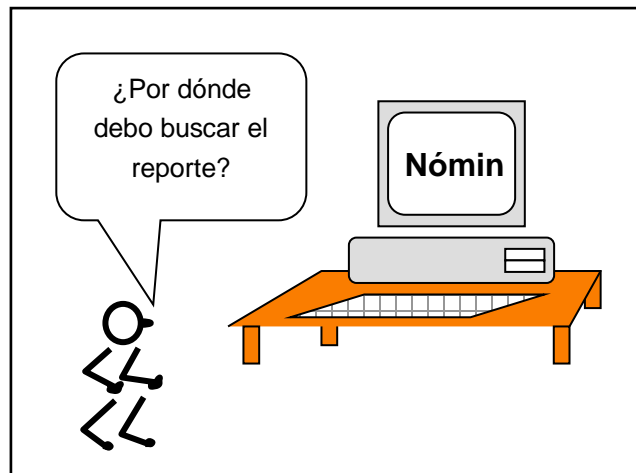


Figura 3 Falta de Capacitación

Este es un problema cuya solución posiblemente está dada al concientizar a los altos directivos organizacionales para invertir más recursos de tiempo y dinero en la capacitación propia y de los empleados.

### 2.2.4 Problema 4. Falta de Estándares

Uno de los problemas que más aqueja a las organizaciones es la falta de estándares para la prestación del servicio, en especial a sus clientes internos, llevando a la desorganización en la realización de los procesos y procedimientos propios de ellas. Un ejemplo de este problema es presentado en la figura 4.





Figura 4 Falta de Estándares

En este caso, una posible solución es la aplicación de metodologías aceptadas mundialmente para la prestación del servicio como es el caso de ITIL[21], ISO 9000 [22], entre otras.

En general, las organizaciones son entes que requieren constantemente información para la toma de decisiones de altos directivos y es de vital importancia ofrecer soluciones que las ayuden a resolver sus respectivos problemas.

### 2.3 Soluciones a Algunos Problemas Organizacionales Basadas en Modelos Ontológicos

Existen diversas soluciones a los problemas presentados anteriormente. Entre ellas están las ontologías, las cuales representan el dominio de conocimiento de áreas específicas en la organización.

Existen varios proyectos que utilizan modelos ontológicos organizacionales para solucionar problemas específicos de algunas áreas de la organización [18][22][25][26][27][28], si bien una ontología de Dominio pretende precisamente poner de acuerdo a un grupo de personas en sus conceptos, procesos, vocabularios o implementar un estándar, es necesario dotar la misma con la flexibilidad necesaria para admitir personalizaciones, de acuerdo al actor organizacional, ya que esto hace que los mismos estén más a gusto con el sistema y les permite interactuar de forma natural y sin ser forzados a tener que aprender terminologías en ocasiones complejas.

A continuación son presentados los proyectos más representativos dentro de las soluciones basadas en modelos ontológicos o lenguaje natural para algunos de los problemas organizacionales en áreas específicas de las empresas, o, para los problemas enunciados en el numeral anterior. Cabe anotar que algunos proyectos

específicos pertenecen al proyecto TOVE [13] y por su importancia, fueron analizados independientemente.

### 2.3.1 Proyecto TOVE

El proyecto TOVE busca implementar un modelo de datos genéricos y reusables a través de frases con sentido común de áreas específicas como son: la web semántica que aunque no es un área, es un conjunto de estándares, conceptos y formas de inter-operar la información de los recursos web, Sistemas para Rentabilidad, la Automatización de ISO 9000, Soporte de Procesos de Integración, Teoría Organizacional Matemática, Administración de la Calidad, Costos, entre otros, aunque la gran mayoría de dichas áreas estén encaminadas a solucionar problemas en empresas públicas y privadas. Cuenta con una terminología común compartida entre los empleados y una semántica que deduce respuestas a través de preguntas comunes del área a ser modelada; además, tiene una simbología propia para representar los términos [13].

Su propuesta de modelo de negocio (e-business model ontology for improving business/IT alignment) está fundamenta en responder:

- ¿Cuánta renta, costos y ganancias tendrá el negocio como base específica del modelo?
- ¿Cómo está relacionada la organización con la sociedad, las habilidades, los recursos, las actividades del entorno?
- ¿Quién posee relaciones con parientes, clientes, enlaces, canales?
- ¿Qué propone respecto a las preguntas anteriores?

Dentro de las ventajas que pueden analizarse con respecto al proyecto TOVE están:

- Filosofía propia para la construcción de ontologías en las diferentes áreas, empleando una metodología común para ello.
- Contiene varios subproyectos bajo los mismos lineamientos basados en la Lógica de Primer Orden.
- Presenta un trabajo continuo desde el año 1992.

Para la construcción de la ontología emplea la siguiente metodología:

- Definir un conjunto de escenarios motivacionales.
- Definir un conjunto de preguntas relacionadas con los escenarios planteados para que la ontología responda.
- Definir la terminología de la ontología utilizando lógica de primer orden.
- Redefinir formalmente las preguntas usando la terminología y la lógica de primer orden.
- Definir la semántica y restricciones usando lógica de primer orden.

Algunos problemas encontrados en el proyecto son:

- Dentro del contexto del modelamiento empresarial presenta una ontología necesaria para determinar el impacto de los cambios en todas las partes de la empresa, pero no es clara en mostrar de qué manera dichos cambios son abordados por la ontología.
- Chris Partridge Milena Stefanova [29], encontró problemas con respecto al análisis del dominio de conocimiento en el proyecto TOVE, tales como: confusión entre conceptos, no los usa todos, no hay uniformidad entre los términos, no hay un análisis profundo que sea relativo a todas las empresas.

### **2.3.2 The Business Model Ontology a Proposition in a Design Science Approach**

Este proyecto pretende partir de los conceptos del modelo de negocios para formar las bases de nuevas herramientas en administración y sistemas de información a través de software. Su idea principal es realizar un modelo ontológico de negocios que sirva para enfrentar la era de Internet [25].

Para su desarrollo utiliza los siguientes pasos:

- Identificación de los conceptos claves y relaciones en el dominio de interés (alcance del dominio).
- Producción de definiciones sin ambigüedades para dichos conceptos y relaciones.
- Identificación de términos para referirse a los conceptos y relaciones.
- Relaciones de los pasos anteriores.

El proyecto está fundamentado en responder a la pregunta: ¿Cómo describir y representar los modelos de negocios para que sean compatibles con los nuevos conceptos que surgen y están apoyadas en herramientas computarizadas? Como ventaja de este proyecto está el manejo de una estructura por celdas.

Una gran contribución del proyecto es el modelo ontológico de negocios que consta de términos, elementos, relaciones y atributos que representan la síntesis de la literatura dando un paso hacia delante de la conceptualización.

### **2.3.3 A Generic Enterprise Resource Ontology**

Tiene como objetivo crear una ontología de recursos humanos para una empresa manufacturera [26].

### **2.3.4 Knowledge Sharing and Organization by Multiple Ontologies**

Este proyecto busca centralizar el conocimiento organizacional en una única ontología al administrar múltiples ontologías de otros proyectos e integrarlas.

Es un sistema que permite a los usuarios corregir e integrar las ontologías que son tomadas para conformar el sistema [27].

### **2.3.5 Using Enterprise Reference Models for Automated ISO 9000 Compliance Evaluation**

Es un modelo formal referencial de calidad basado en ISO 9000, sus requerimientos están representados a través de reglas de inferencia y factores de la administración de la calidad, de la dirección de procesos y de estructuras y requerimientos en las organizaciones.

La metodología para realizar la ontología es la misma utilizada en el proyecto TOVE, la diferencia está en que ésta adiciona la micro-teoría la cual representa los requerimientos de calidad de ISO 9000 [28].

### **2.3.6 On Ontologies and Enterprise Modelling**

Presenta un modelo de empresa deductivo a partir de ontologías, contribuyendo con ello a la necesidad de tener un modelo genérico de las empresas.

Además, presenta los conceptos básicos de la introducción de las ontologías al modelado organizacional [28].

## **2.4 Generalidades en los Proyectos Ontológicos**

Dentro de las generalidades encontradas en los proyectos están las siguientes:

- Todos los proyectos modelan áreas específicas de la organización por medio de dominios específicos de conocimiento [18][13][25][26][27][28]. Ninguno de los proyectos busca realizar un modelo ontológico de toda la organización, aunque lo que pretende el proyecto TOVE es hacer una ontología integrada con la ontología resultante de cada subproyecto desarrollado; pero aún son pocas las áreas organizacionales que están modeladas para hablar de un modelo organizacional general.
- Para el desarrollo del modelo ontológico, los proyectos son basados en la definición de conceptos propios del dominio específico del área en donde van a

solucionar el problema. Este ítem especifica la realización del modelo ontológico, siendo necesario tener un glosario de términos básicos con su respectiva descripción, que pertenecen al dominio del problema. La descripción en general está hecha con el nombre del término acompañado de una serie de atributos relacionados con el mismo. Si el término es cambiado, el modelo no lo reconocerá aunque sea un sinónimo del modelado.

- Utilizan diferentes técnicas para realizar el modelo ontológico, por ejemplo la Lógica de Primer Orden [13], Base Corporativa Inteligente (ICoB) [27], Estructura por Celdas (e3-value™) [25], entre otras.

## 2.5 Desventajas en los Proyectos Ontológicos

Algunas desventajas de los modelos ontológicos organizacionales revisados, son presentadas a continuación:

- No utilizan un acercamiento al lenguaje natural, sino a un subconjunto de los conceptos, las frases o preguntas más comunes dentro del dominio del conocimiento en el área.
- Ninguno de los proyectos presentan una exploración profunda del dominio, excepto el proyecto de Osterwalder [25], el cual a través de su metodología realiza las posibles relaciones, divisiones, cardinalidad, atributos y referencias de los posibles términos tomados como elementos.
- No utilizan todos los términos o conceptos propios del dominio de conocimiento aplicado.
- No plantean la metodología utilizada para la adquisición del conocimiento en el dominio del área seleccionada, con el fin de ser reutilizada.
- Modelan aspectos puntuales de las áreas seleccionadas, pero no presentan una solución global al dominio.
- El dominio de conocimiento puede considerarse como poco formalizado ya que no son basados en estándares, a excepción del proyecto a partir de ISO 9000 [28].

## 2.6 Lenguaje Natural

El lenguaje natural (LN) es la forma de comunicación entre los hombres, es utilizado para expresar ideas, emociones y necesidades [30].

### 2.6.1 Procesamiento de lenguaje natural

El procesamiento del lenguaje natural (PLN) es una disciplina que hace referencia a la simulación de la forma de comunicación entre las personas a través del lenguaje, con el computador, al reconocer, comprender, interpretar y generar en forma oral o escrita la fluidez del lenguaje [31][32].

El objetivo del LN es estudiar los problemas generados por el lenguaje, en especial los generados por la comprensión automática del LN, construyendo sistemas y mecanismos para comunicar personas con las máquinas y facilitar la búsqueda de información [31][32].

Cabe anotar que este proyecto necesita de PLN para el procesamiento del idioma español, restringido al dominio de los procedimientos organizacionales del caso de estudio, el cual está representado en una ontología.

### 2.6.2 Niveles de análisis del lenguaje natural

Existen diferentes niveles de análisis del LN para su procesamiento, son ellos [31][32][33][34]:

- **Análisis fonológico:** hace referencia a la forma en que las personas realizan la entonación de las palabras. Basado en los cambios leves de entonación que cambian el significado de las palabras.
- **Análisis morfológico:** encargado de la estructura de las palabras a través de las unidades léxicas y lematización y categorización gramatical, requiriendo el desarrollo de complejos sistemas de lingüística computacional<sup>6</sup>.
- **Análisis sintáctico:** corresponde a la forma correcta de combinar palabras y de hacer oraciones correctas. utiliza una gramática de la lengua para representar la frase, restringiendo al usuario para que siempre deba utilizarla.
- **Análisis semántico:** hace referencia al significado de las palabras y como combinan para dar significado a la oración. Incluye la extracción del significado de la frase y la resolución de ambigüedades léxicas y estructurales.
- **Análisis pragmático:** es utilizado para interpretar la oración de acuerdo con el contexto.

### 2.6.3 Problemas que presenta el procesamiento del lenguaje natural

Dentro de los problemas presentados en el PLN, hay dos relacionados con la amplia capacidad de expresión y definición del lenguaje. Estos problemas están relacionados con la variación lingüística y con la ambigüedad lingüística, los cuales están relacionados con diferentes términos o expresiones que comunican la misma

---

<sup>6</sup> Es un campo multidisciplinar de la lingüística y la informática que utiliza la informática para estudiar y tratar el lenguaje humano.

idea y, con las diferentes interpretaciones que tienen una expresión, respectivamente.

Algunos ejemplos de los problemas con las palabras más comunes son [35]:

- Las Homófonas: la pronunciación es igual y la escritura es diferente. Allá, haya, halla, etcétera.
- Las Homógrafas: son escritas igual pero tienen significado diferente. Papa (sumo pontífice) y papa (tubérculo).
- Las Polisémicas: palabras con uno o varios significados. Pollo (animal, superficie elevada levemente debajo de la cocina)
- La Sinonimia: varias palabras hacen referencia a un mismo concepto. Salario, sueldo, pago.
- Palabras mal escritas o con errores de ortografía.
- Variación lingüística: hace referencia a las múltiples combinaciones de palabras y estructuras para expresar lo mismo, lo que indica que son sintácticamente diferentes pero semánticamente iguales. ¿Quién comió mi sopa?, ¿mi sopa la comió quién?, ¿alguien comió mi sopa?

Dentro de los proyectos investigados, algunos aportan soluciones a estos problemas, pero son realizados para el lenguaje inglés.

## 2.7 Algunos Trabajos Relacionados con el Proyecto

En los últimos años han venido trabajando en diferentes proyectos que buscan la interacción del lenguaje natural con ontologías, agrupándolos según su estrategia para abordar la solución, entre ellos están:

- **Sistemas de preguntas y respuestas:** un sistema de preguntas y respuestas es aquel que posee preguntas determinadas acerca de un dominio específico a las cuales asocian las respuestas correspondientes. Como ejemplos de proyectos relacionados están: ONTOFIS, es un proyecto que actualmente está en desarrollo, el cual busca acercar una ontología que encierra el conocimiento de las tareas necesarias en el dominio de la droga-terapia como recurso del procesamiento de lenguaje natural, capturando, representado y formalizando el conocimiento de diversos idiomas, utilizando una metodología propia para el desarrollo de la ontología y diferentes técnicas para el procesamiento de lenguaje natural [36]. Otro de los sistemas propuestos para hacer preguntas y respuestas es Aqualog, quien procesa las consultas en lenguaje natural utilizando GATE y lentes semánticos para darle mayor sentido a la consulta en inglés [37]. Dentro de los sistemas de preguntas y respuestas también está el sistema que da respuesta sobre películas presentadas en España a través de ontologías en español y un lexicón, asociando una serie de preguntas a una serie de sentencias SPARQL [38]. Aparte de Aqualog, estos proyectos tienen como desventaja que

no explican la forma en que realizan la interpretación del lenguaje natural y la asociación de preguntas preestablecidas como parte de la solución a la consulta realizada por el usuario, llevando a que si un requerimiento del usuario no tiene una asociación, no obtendrá una respuesta.

- **Agentes semánticos:** ...“Los agentes semánticos son agentes que usan tecnologías de la Web semántica (RDF/RDFS, OWL, ontologías) para cumplir sus objetivos”...<sup>7</sup>. Como ejemplo, está un sistema para la atención en salud, el cual trabaja con preguntas en lenguaje natural que son analizadas y transformadas en una estructura que sea interpretada por la ontología utilizando SPARQL. Este sistema presenta solamente la arquitectura propuesta, pero según la investigación no está realizado el desarrollo [39]. Este proyecto presenta una arquitectura de desarrollo de la solución, mas no muestra la realización del agente. Otro inconveniente es que es un sistema para el área de la salud y no de la organización.
- **Bases de datos:** las bases de datos son un conjunto de archivos con datos relacionados que están almacenados electrónicamente<sup>8</sup>. Sistema que utiliza base de datos de videos para hacer preguntas en lenguaje natural. Si no está una respuesta acude a Wordnet<sup>9</sup> como ontología general para mejorar las consultas, teniendo en cuenta que sólo interpreta el idioma inglés [40]. Su principal inconveniente es que está realizado para el lenguaje inglés y no en áreas organizacionales.
- **Generación automática de resúmenes:** la generación automática de resúmenes hace referencia al “proceso por el cual es identificada la información sustancial proveniente de una fuente (o varias) para producir una versión abreviada destinada a un usuario particular”<sup>10</sup>. Como proyecto que enfocado en ella está el de generación automática de resúmenes en biomedicina a través del procesamiento de lenguaje natural utilizando GATE [41]. Aunque utiliza para el desarrollo del proyecto el procesamiento del lenguaje natural, no está enfocado al área de las organizaciones y sólo genera resúmenes sin dar respuesta a consultas específicas de los usuarios. Su principal aporte es la utilización de GATE como herramienta de procesamiento de lenguaje natural.
- **Consultas SQL:** el SQL es un lenguaje utilizado para acceder a las bases de datos relacionales. Un proyecto relacionado con él, es un sistema de búsqueda de respuestas que asocia palabras del lenguaje natural a posibles campos de una base de datos traduciéndolos a SQL [42]. Dentro de sus desventajas está la asociación directa de preguntas a campos de la base datos, lo cual implica que si una palabra de la pregunta no fue contemplada semánticamente, no habrá una asociación de ella a un campo de la base de datos; además, no está realizada para el área organizacional.

---

<sup>7</sup> <http://ldc.usb.ve/~yudith/docencia/UCV/Exposiciones/Agente.pdf>.

<sup>8</sup> <http://www.masadelante.com/faqs/base-de-datos>

<sup>9</sup> Wordnet es una base de datos léxica (tesauro) de inglés. [www.ontologcim3.net](http://www.ontologcim3.net).

<sup>10</sup> <http://www.sepln.org/revistaSEPLN/revista/27/27-articulo33.pdf>



Cabe anotar que ninguno de los trabajos encontrados relacionados con el proyecto, plantea la estrategia general de la solución aplicada a la organización teniendo en cuenta el procesamiento del lenguaje natural, las ontologías y un lenguaje de acceso a ellas, además de una aproximación al lenguaje español.

### 3 LENGUAJE FORMAL

Este capítulo presenta la definición del lenguaje formal para el planteamiento de la Aproximación al Lenguaje Natural (ALN) con el cual los directivos organizacionales harán la comunicación con la ontología.

Al tener el lenguaje natural características que no pueden ser representadas totalmente en un computador, es necesario representar una aproximación a dicho lenguaje a través de un lenguaje formal que puede abarcar los requerimientos fundamentales de información acerca de los procedimientos organizacionales. Las características de los lenguajes naturales que causan dificultad para su representación son [43]:

- Inferencias dependiendo del interlocutor, siendo flexible en las expresiones.
- A partir de un alfabeto finito, permite infinitas expresiones.
- “Es evolutivo y adaptativo con base a los deseos de la gente”.
- “El lenguaje es muy rico en su forma de expresión”.
- La estructura lingüística.
- Asociación del lenguaje dentro del contexto de tiempo relativo, hechos y expectativas.

En cuanto a un lenguaje formal están las siguientes características [44]:

- Son realizadas a partir de la teoría propuesta para su desarrollo.
- El componente semántico es mínimo.
- Permite aumentar la semántica de acuerdo con la teoría a aplicar.
- Formulan oraciones no ambiguas sintácticamente.
- Como es formal, es más factible la solución computacional.

Como parte de la definición de un lenguaje es necesario precisar los siguientes términos [45]:

- Alfabeto: es el conjunto de símbolos aceptados por el lenguaje
- Sentencia o palabra: es el conjunto de símbolos que forman una expresión correcta.
- Lenguaje: representa información a través de un conjunto finito de símbolos.
- Lenguaje formal: lenguaje que es descrito mediante un fundamento matemático.

Además, hay diversos tipos de operaciones llevadas a cabo en los lenguajes formales, tales como [46], ver figura 5:

<i>OPERACIÓN</i>	<i>DEFINICIÓN</i>
Unión $L \cup M$	$L \cup M = \{ s \mid s \text{ está en } L \text{ ó } s \text{ está en } M \}$
Concatenación $LM$	$LM = \{ st \mid s \text{ está en } L \text{ y } t \text{ está en } M \}$
Potenciación $L^1$	$L^1 = L$
Cerradura $L^*$	$L^* = U_{i=0}^{\infty} L^i$
Cerradura positiva $L^+$	$L^+ = U_{i=1}^{\infty} L^i$
$L^?$	$L^? = U_{i=0}^1 L^i$

$L^*$  denota " 0 ó más concatenaciones de L"  
 $L^+$  denota " 1 ó más concatenaciones de L"  
 $L^?$  denota " 0 ó una concatenación de L"

**Figura 5 Operaciones con Lenguajes [46]**

Fuente: "Sistemas de clasificación de preguntas basados en corpus para la búsqueda de respuestas"

Aplicando cada término a lo que sería una ALN español puede utilizar para la búsqueda de información en una organización, lo siguiente [47]:

### 3.1 Alfabeto

El alfabeto está compuesto por una serie de letras, dígitos y caracteres especiales que van a conformar las palabras. Para definir el alfabeto fueron necesarias realizar las siguientes expresiones regulares:

- |Alfabeto| ← {|letras|, |dígitos|, |caracteres|}
- |letras| ← {|mayúsculas|, |minúsculas|}
- |minúsculas| ← {|a|, |b|, |c|, |d|, |e|, |f|, |g|, |h|, |i|, |j|, |k|, |l|, |m|, |ñ|, |o|, |p|, |q|, |r|, |s|, |t|, |u|, |v|, |w|, |y|, |z|}
- |mayúsculas| ← {|A|, |B|, |C|, |D|, |E|, |F|, |G|, |H|, |I|, |J|, |K|, |L|, |M|, |Ñ|, |O|, |P|, |Q|, |R|, |S|, |T|, |U|, |V|, |W|, |Y|, |Z|}
- |dígitos| ← {|0|, |1|, |2|, |3|, |4|, |5|, |6|, |7|, |8|, |9|}
- |caracteres| ← {|,|, |;|, |:|, |.|, |?|, |¿|, |-|}

### 3.2 Palabra

Las palabras para el lenguaje estructurado están formadas por:

- |Palabra| ← |letras|+
- |Palabra| ← |minúscula|+
- |Palabra| ← |mayúscula|+

|Palabra| ← |dígito|+  
 |Palabra| ← |letras|\*|dígito|+  
 |Palabra| ← |letras|+ |-| |letras|\*|dígito|+

### 3.3 Aproximación al Lenguaje Natural (Lenguaje Formal)

El lenguaje constituye las expresiones que pueden formar con las palabras y el alfabeto que estén correctamente formadas.

|Sujeto| ← { |yo|, |tú|, |él|, |nosotros|, |vosotros|, |ellos| }  
 |verbo| ← |palabra| es una palabra bien formada. “El verbo es una palabra, con estructura bimembre, que indica acción (comer, jugar, correr, saltar, pensar, dibujar), estado de ánimo (reír, llorar, parecer, suspirar, soñar) o acontecimientos de la naturaleza (nevar, llover, temblar)” [49]

|Complemento| ← |palabra|\* [50]

|Frase| ← |sujeto| |verbo| |complemento|

|pronombre| ← |palabra| bien formada  
 |pronombre| ← { |quién| |quienes| |qué| |cuándo| |dónde| |adónde| |cómo| |cuánto| |cuánta| |cuántos| |cuántas| |por qué| |cuál| |cuáles| } [51]

En general, la gramática de la ALN está representada por:

|pregunta| ← |carácter| |pronombre| |verbo| |complemento| |carácter|  
 |pregunta| ← |carácter| |frase| |carácter|

## 4 ONTOLOGÍA DE PROCEDIMIENTOS ORGANIZACIONALES

Existen varias metodologías para la construcción de ontologías, entre ellas cabe resaltar la metodología de Natalya y Deborah [60], la cual sirvió como punto de partida para la metodología para la construcción de una ontología de procedimientos organizacionales [52][53][54][55][56][57][58][59][60] (ver **Anexo 2**).

Consiste en la aplicación de tres fases que a su vez están subdivididas en varias actividades. Las fases son:

- Fase 1. Información general del dominio
- Fase 2. Consideración de otras ontologías
- Fase 3. Descripción detallada del dominio

A continuación está descrita la metodología:

### 4.1 Fase 1. Información General del Dominio

Esta fase es importante para determinar cual es el dominio de aplicación de la ontología, con él, puede definirse la dinámica y alcance del conocimiento a ser representado en la ontología.

- **Dominio Específico de la Ontología**

El dominio específico de la ontología es definido a partir de una breve contextualización de la empresa y de la descripción del(de las) área(s) específica(s) de la(s) que será extraído el conocimiento sobre los procedimientos.

- **Uso de la Ontología**

Definición específica del uso designado para la ontología.

- **Preguntas y Respuestas a Resolver**

Utilizada para escribir las preguntas a las que dará respuesta la ontología, basadas en los procedimientos organizacionales. Un ejemplo de las preguntas es:

- ¿Qué pasos tiene el procedimiento?

- ¿Quién es el responsable de determinada acción?
- ¿Cuántos pueden realizar determinado paso?
- ¿Cuál es el formato requerido para determinada actividad?

Otro tipo de preguntas pueden surgir después de definir los conceptos y las relaciones entre ellos.

- **Usuarios**

Los usuarios hacen referencia a todas las personas que directamente interactuarán con la ontología a través de sus requerimientos.

- **Funcionamiento General del Dominio**

Una forma sencilla de presentar el funcionamiento general del dominio de conocimiento a representar en la ontología, es a partir de un esquema con las funciones a realizar por un procedimiento determinado. Una posibilidad es realizarlo a través de un diagrama de casos de uso, o en su defecto, de un gráfico que contenga los aspectos más importantes y la relación entre las actividades principales que realiza el procedimiento, conectadas por medio de flechas. Para el gráfico utilizar las siguientes convenciones:



Usuario



Actividad o función a realizar



Relación entre las actividades

- **Definición de Términos Principales del Dominio**

Este aparte realiza una lista de términos o conceptos principales que son utilizados por el procedimiento con su respectivo significado en el dominio del conocimiento.

## 4.2 Fase 2. Consideración de Otras Ontologías

La Fase 2 corresponde al análisis de otras ontologías que existan para representar el dominio específico del conocimiento acerca de los procedimientos organizacionales a representar con la ontología a desarrollar.

Es importante anotar que es muy difícil (casi imposible), que dos organizaciones tengan exactamente los mismos procedimientos para el área de conocimiento respectiva, por más similitudes que tengan, cada organización tiene sus propias maneras de realizar sus actividades, por lo cual es posible llegar a reutilizar alguna ontología pero haciendo los respectivos ajustes al dominio del conocimiento particular de la organización.

## 4.3 Fase 3. Descripción Detallada del Dominio

Esta fase describe en detalle el dominio de conocimiento a representar en la ontología.

- **Descripción Detallada del Procedimiento**

Este paso describe detalladamente el dominio específicos del procedimiento a ser representado. Para ello hay que diligenciar la tabla 1:

<b>Término (Concepto)</b>	<b>Sinónimos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Campos del Término</b>

**Tabla 1 Descripción Detallada del Procedimiento**

La tabla 1 consta de los siguientes campos:

- **Término (Concepto):** hace referencia a la palabra incluida en el procedimiento organizacional.
- **Sinónimo:** palabra o palabras que tienen un significado parecido al Término.
- **Actividad:** número de la actividad a la cual pertenece el Término.
- **Descripción:** Es la representación general de lo que hace la actividad del procedimiento.
- **Campos del Término:** son los atributos que tiene el Término.

• **Asociaciones Básicas de la Conceptualización**

La tabla 2 presenta las asociaciones básicas relacionadas con la conceptualización general del dominio de conocimiento del procedimiento, a partir de una definición de los diferentes actores y documentación requerida en cada una de las actividades definidas dentro del procedimiento.

<b>Término (Concepto) Principal</b>	<b>Actividad</b>	<b>Relaciones</b>	<b>Actores</b>	<b>Responsables</b>	<b>Formato</b>	<b>Instructivo</b>

Tabla 2 Asociaciones Básicas de la Conceptualización

La tabla 2 consta de los siguientes términos:

- Término (Concepto): hace referencia a la palabra incluida en el procedimiento organizacional.
- Actividad: número de la actividad a la cual pertenece el Término.
- Relaciones: son los verbos con los cuales está relacionado el término en el procedimiento.
- Actores: son las diferentes personas que participan de la actividad
- Responsables: son las diferentes personas que son responsables de la actividad.
- Formato: nombre del(los) formato(s) al(los) que pertenece(n) a la actividad.
- Instructivo: nombre del(los) instructivo(s) al(los) que pertenece(n) a la actividad

• **Descripción de los Conceptos Generales del Procedimiento**

La tabla 3 contiene la descripción de los conceptos básicos definidos en el procedimiento que va a representar la ontología:

<b>Concepto</b>	<b>Campos del Concepto</b>	<b>Tipo</b>	<b>Valores</b>

Tabla 3 Descripción de los Conceptos

La tabla 3 consta de los siguientes términos:

- Concepto: hace referencia a la palabra incluida en el procedimiento organizacional.
- Campos del Concepto: son los atributos que tiene el Concepto.
- Tipo: puede ser cadena, numérico, fecha



- Valores: puede ser cualquiera, valor específico o formato del tipo.

- **Jerarquía de Conceptos del Procedimiento**

A través de un gráfico, aproximado a un diagrama de clases de UML, puede representarse la relación entre los términos o conceptos que conformarán la ontología. El gráfico utilizará las siguientes convenciones:



Concepto



Relación entre conceptos



Relación jerárquica entre los conceptos

#### 4.3.1 Propiedades Especiales en el Procedimiento

Las propiedades especiales generales en los procedimientos son utilizadas para reforzar los conceptos definidos en la Fase 3, de tal manera que ayuden a contestar las preguntas a realizar en el Fase 1.

Dichas propiedades hacen referencia a las relaciones compuestas de dos o más palabras, por ejemplo: *es\_parte\_de*, *sigue\_después\_de*, etcétera. Las propiedades especiales están descritas en la tabla 4.

Propiedad	Descripción

Tabla 4 Propiedades Especiales de los Conceptos

La tabla 4 consta de los siguientes términos:

- Propiedad: relación compuesta de dos o más palabras
- Descripción: es la contextualización de la relación a través de los dos conceptos que encadena

De la tabla anterior surgen otra clase de términos que no habían sido tenidos en cuenta en la Fase 3, puesto que es opcional definir dentro de la ontología cada uno de los pasos del procedimiento a representar. Si este es el caso, hay que tener cuenta para ser desarrollada la tabla 5.

Término (Concepto)	Sinónimos

Tabla 5 Otros Términos

La tabla 5 consta de los siguientes términos:

- Término (Concepto): hace referencia a la palabra incluida en el procedimiento organizacional.
- Sinónimo: palabra o palabras que tienen un significado parecido al Término.

### 4.3.2 Aspectos Importantes para el funcionamiento

Este ítem presenta aspectos importantes acerca de las restricciones que deben tener en cuenta en la ontología tanto para los conceptos como para las relaciones entre ellos. Algunos ejemplos son:

- Toda actividad del procedimiento debe ser aprobada por el jefe del Área del dominio del conocimiento.
- No hacer una actividad si la anterior no está terminada.

## 5 INTERFAZ EN LENGUAJE NATURAL ENTRE ACTOR ORGANIZACIONAL Y ONTOLOGÍA

### 5.1 Conversión de Consultas de Lenguaje Natural a un Lenguaje Formal para Acceder a Ontologías

Hay que partir de tres enfoques que permiten convertir el lenguaje natural (LN) que ingresa un usuario al sistema, en un lenguaje formal que realice consultas en una ontología. Son ellos:

- **Plantillas Fijas:** convirtiendo unas plantillas fijas en lenguajes formales, trayendo como desventaja que al incrementar el número de palabras con las que el usuario va a realizar la consulta, no harían parte de la plantilla sin encontrarlas, siendo así un enfoque estático y limitado en la conceptualización [74].

En cuanto al proyecto, este enfoque no es muy aconsejable, puesto que puede variar la ontología y no estarían las plantillas para la nueva conceptualización.

- **Árboles Sintácticos:** consiste en la construcción y manipulación de árboles sintácticos para obtener las tripletas RDF [71][72][73][74][75][76], presentando como desventajas que utiliza el Stanford Parser, con una estructura gramatical para el lenguaje inglés, siendo difícil adaptarlo al español; además, el tiempo que demora en el procesamiento del LN es alto y puede presentarse que no obtenga una respuesta. Este enfoque no es considerado por la complejidad presenta para su adaptación al español.
- **Reducción de la consulta:** consiste en reducir la consulta en LN a unas palabras claves relevantes, las cuales son llevadas a un lenguaje formal de consultas sobre ontologías, indicando que obtienen unas primitivas con las que generan una plantilla dinámica para ser pasadas a SPARQL, adaptándose a cualquier ontología [77], permitiendo que la consulta sea con mayor libertad y con menos restricciones. Este enfoque es el ideal para ser aplicado a la interfaz, ya que es dinámico y puede soportar los cambios realizados sobre la ontología.

### 5.2 Interfaz de Usuario para EBIO

La figura 6 presenta un diagrama de caso de uso para la interfaz de EBIO:

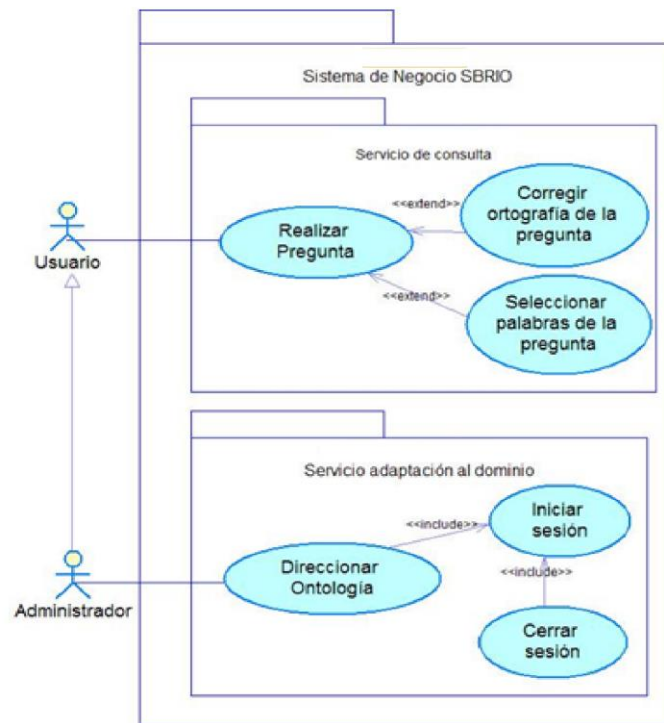


Figura 6 Caso de Uso Interfaz de Usuario

Los usuarios representados en el caso de uso son:

- **Administrador:** es el encargado de cargar la ontología que representa el dominio de conocimiento de los procedimientos organizacionales. El administrador es el encargado de direccionar la ubicación de la ontología, con la cual el sistema es adaptado a un dominio específico (este dominio depende de la información contenida en la ontología), puede presentarse el caso que el dominio del negocio cambie y por lo tanto requiera el uso de una nueva ontología, es así como el administrador será el encargado de cargar al sistema esta nueva ontología, para poder realizar lo anterior, el administrador debe iniciar sesión por medio de un login (usuario) y password (contraseña).
- **Usuario:** es el actor organizacional que realiza la consulta en lenguaje natural escrito, acerca de los procedimientos organizacionales. El usuario es el que hace uso del servicio de consulta, por medio del cual obtiene información en lenguaje natural almacenada en la ontología, al hacer preguntas en lenguaje natural escrito.

A continuación están los casos de uso extendidos:

Identificador	Caso de Uso 1
Nombre	Acceso a servicio de adaptación al dominio : : Iniciar sesión
Actores	Administrador

<b>Sinopsis</b>	Se activa cuando el administrador desea iniciar sesión para conectarse al sistema.
<b>Curso típico de eventos</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El administrador introduce su usuario y contraseña.</li> <li>2. El administrador envía los datos al sistema.</li> <li>3. El sistema confirma la validez de los datos introducidos.</li> <li>4. El sistema inicia una sesión.</li> <li>5. El sistema muestra las funcionalidades que puede realizar el administrador.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los datos introducidos por el administrador en el paso 1 son inválidos:</li> <li>• El sistema no inicia sesión.</li> <li>• El sistema envía mensaje a usuario notificando que el usuario y/o la contraseña son incorrectos.</li> </ul>
<b>PrioridadAQ</b>	Media
<b>Identificador</b>	<b>Caso de Uso 2</b>
<b>Nombre</b>	Acceso a servicio de adaptación al dominio : : <b>Direccionar Ontología</b>
<b>Actores</b>	Administrador
<b>Sinopsis</b>	Comienza cuando el administrador ha iniciado sesión y desea direccionar una ontología al sistema, cargando una ontología de dominio.
<b>Curso típico de eventos</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El administrador ingresa al sistema.</li> <li>2. El sistema muestra las opciones disponibles para el administrador.</li> <li>3. El administrador elige la opción direccionar ontología.</li> <li>4. El sistema solicita la localización de la ontología.</li> <li>5. El administrador suministra la ruta de localización de la ontología a cargar.</li> <li>6. El sistema utiliza la ontología para hacer un pre-procesamiento y adapta el sistema al dominio específico proporcionado por la ontología.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la ruta es invalida, el sistema muestra el respectivo mensaje de error.</li> </ul>
<b>Prioridad AQ</b>	Alta
<b>Identificador</b>	<b>Caso de Uso 3</b>
<b>Nombre</b>	Acceso a servicio de adaptación al dominio : : <b>Cerrar sesión</b>
<b>Actores</b>	Administrador
<b>Sinopsis</b>	Es activado cuando el administrador ha iniciado sesión, ha direccionado la ontología y desea finalizar su sesión para desconectarse del sistema.
<b>Curso típico de eventos</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Administrador selecciona la opción "Cerrar Sesión".</li> <li>2. El sistema termina la sesión del administrador.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	
	- Ninguna
<b>Prioridad AQ</b>	Media
<b>Identificador</b>	<b>Caso de Uso 4</b>
<b>Nombre</b>	Acceso a servicio de consulta : : <b>Realizar pregunta</b>
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Sinopsis</b>	Inicia cuando el usuario desea realizar una pregunta al sistema acerca del procedimiento organizacional.
<b>Curso típico de eventos</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al sistema.</li> <li>2. El sistema muestra la interfaz para realizar consultas.</li> <li>3. El usuario envía la consulta en lenguaje natural escrito.</li> <li>4. El sistema analiza la pregunta y retorna su respectiva respuesta.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el usuario está escribiendo caracteres de la pregunta, pasa al CU5.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si las palabras de la pregunta tienen errores ortográficos, pasa al CU6.</li> <li>• Si el sistema no encuentra la respuesta en la ontología, el sistema muestra el respectivo mensaje.</li> </ul>
<b>Prioridad AQ</b>	Alta
<b>Identificador</b>	<b>Caso de Uso 5</b>
<b>Nombre</b>	Acceso a servicio de consulta : : <b>Seleccionar palabras de consulta</b>
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Sinopsis</b>	El usuario podrá adaptar su pregunta acorde a una lista de palabras y/o recursos ontológicos para obtener una respuesta más exacta por parte del sistema.
<b>Curso típico de eventos</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario empieza a escribir caracteres.</li> <li>2. El sistema muestra palabras y/o recursos ontológicos que coinciden con los caracteres digitados y/o una sintaxis específica (dependiendo de la forma en que haya escogido para realizar la consulta), las cuales el usuario puede escoger para su auto-completado.</li> <li>3. El usuario puede elegir cualquiera de las opciones mostradas para autocompletar su pregunta.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	
	- Ninguna
<b>Prioridad AQ</b>	Alta
<b>Identificador</b>	<b>Caso de Uso 6</b>
<b>Nombre</b>	Acceso a servicio de consulta : : <b>Corregir ortografía pregunta</b>
<b>Actores</b>	Usuario
<b>Sinopsis</b>	Inicia cuando el usuario desea corregir la ortografía de las palabras de la pregunta que va enviar.
<b>Curso típico de eventos</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario escribe una o varias palabras con errores ortográficos.</li> <li>2. El sistema resalta las palabras con errores ortográficos.</li> <li>3. El sistema muestra opciones de escritura correcta para las palabras escritas con errores de ortografía.</li> <li>4. El usuario selecciona la opción que considere adecuada.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	
	- Ninguna
<b>Prioridad AQ</b>	Baja

Tabla 6 Casos de Uso Extendidos

## **6 ADAPTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN A LOS PROCEDIMIENTOS DE LA VICERECTORÍA DE INVESTIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

### **6.1 Estrategia Diseñada**

#### **6.1.1 Descripción General de la Estrategia (Entorno de Búsqueda de Información Organizacional – EBIO)**

Como estrategia de solución al problema definido está la propuesta de la creación de un Entorno de Búsqueda de Información Organizacional – EBIO, basado en la integración de una ontología organizacional como dominio de conocimiento compartido y centrada en los procesos organizacionales, para ser consultada a través de una interfaz en lenguaje natural por parte de los usuarios organizacionales, buscando minimizar los problemas del LN del actor organizacional y apoyar la toma de decisiones organizacionales.

Para establecer un escenario que permita evaluar la efectividad de la solución propuesta, está el caso de estudio de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca, desarrollando una Ontología Organizacional con respecto al procedimiento interno Gestión de Grupos de Investigación.

Por otro lado está la creación de una interfaz web en lenguaje natural llamada SBRIO, desarrollada por medio de un subproyecto de implementación [93], para acceder a la ontología organizacional por parte de los usuarios y consultar la información que contiene la ontología y los vínculos a documentos organizacionales.

Además fue definido un modelo de evaluación con indicadores que permiten establecer que tan bien funciona el apoyo al proceso de toma de decisiones.

La figura 7 presenta a EBIO, el cual consta del acceso al sistema a través de diferentes clientes, el procesamiento del lenguaje natural y el acceso al conocimiento representado en la ontología de los procedimientos organizacionales.

Cabe anotar que la descripción dinámica del Entorno está descrita en Ruíz, D.A. Belalcazar, J.A. Propuesta Arquitectónica para la Búsqueda de Información Organizacional Basado en una Aproximación al Lenguaje Natural y Ontologías. Proyecto de Pregrado en Ingeniería de Sistemas. Universidad del Cauca. 2012.

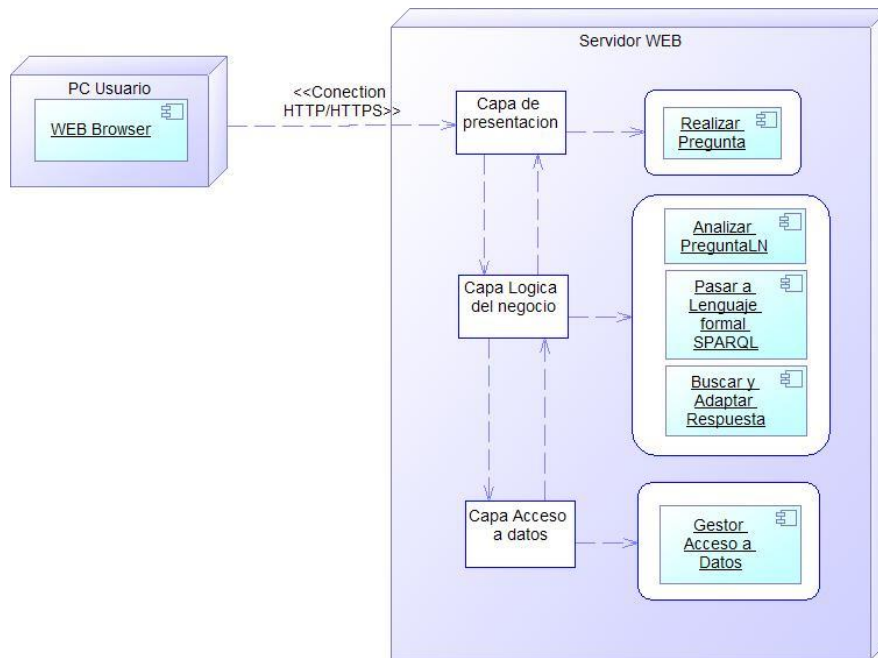


Figura 7 Entorno EBIO

En general, EBIO recibe los requerimientos del actor organizacional en forma escrita a través de la ALN, luego, traduce la ALN a una consulta en SPARQL y por último accede a la ontología para dar la respuesta a dicho requerimiento.

### 6.1.2 Clientes del Entorno

Los clientes de EBIO están conformados por los dispositivos móviles, los clientes de escritorio y los clientes Web, los cuales pueden acceder al Sistema utilizando Internet por medio del protocolo de comunicación SOAP. Esto permite que tanto los usuarios dentro y fuera de la organización puedan hacer sus requerimientos.

### 6.1.3 Procesamiento Básico de EBIO

#### Cargar la ontología

Inicialmente, para comenzar la interacción con el Entorno, es necesario que el usuario Administrador cargue una ontología que sirve para representar el conocimiento de los procedimientos organizacionales. Este paso está propuesto de la siguiente forma (ver figura 8):



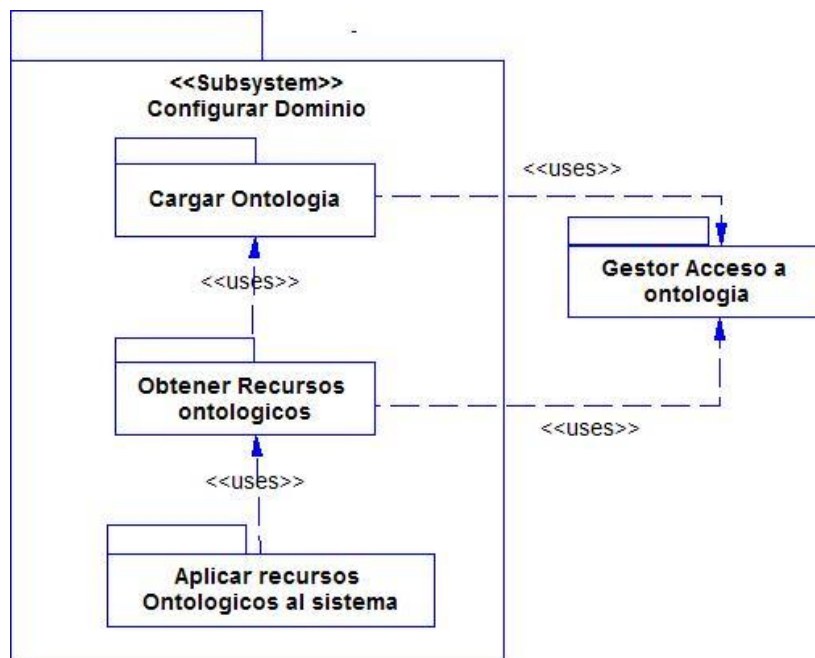


Figura 8 Cargar la Ontología

- **Componente cargar ontología:** este componente permite subir una ontología al sistema, al ser el Administrador quien proporcione la ruta o ubicación de la misma, a través del Gestor de Acceso a la Ontología.
- **Componente obtener recursos ontológicos:** este componente permite, a partir de la ontología, generar una serie de recursos ontológicos necesarios para la adaptación del sistema al dominio especificado en la ontología.
- **Componente aplicar recursos ontológicos al sistema:** este componente utiliza los recursos ontológicos obtenidos por el componente obtener recursos ontológicos para adaptar el sistema al dominio especificado.
- **Componente gestor acceso a la Ontología:** este componente permite hacer la carga de la ontología.

### Analizar PreguntaLN

Los componentes del procesamiento de la pregunta pueden observarse en la figura 9:

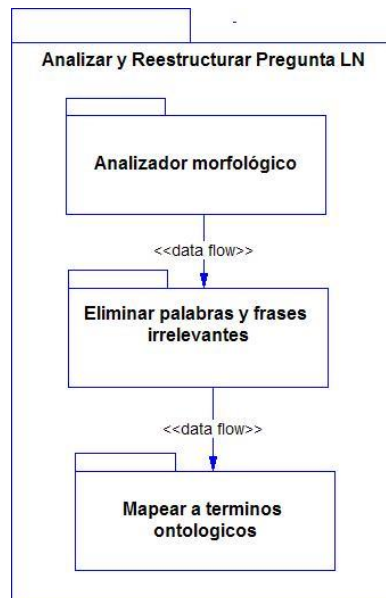


Figura 9 Procesamiento Básico de EBIO

- **Componente Analizador Morfológico:** este componente es encargado de dividir la pregunta en palabras simples y compuestas, además de categorizar y lematizar dichas palabras.
- **Componente Eliminator:** toma la salida del Analizador Morfológico para eliminar frases y/o palabras irrelevantes que no aportan ningún tipo de información a la consulta o que perjudican el correcto análisis de la misma, la salida de este componente son todas las palabras relevantes de la consulta.
- **Componente mapear a términos ontológicos:** a partir de la salida del componente Eliminator, es encargado de mapear las palabras relevantes con su respectivo término ontológico, utilizando los recursos ontológicos generados por el componente obtener recursos ontológicos.

### Pasar a lenguaje formal SPARQL

La forma de traducir la respuesta está presentada en la figura 10:

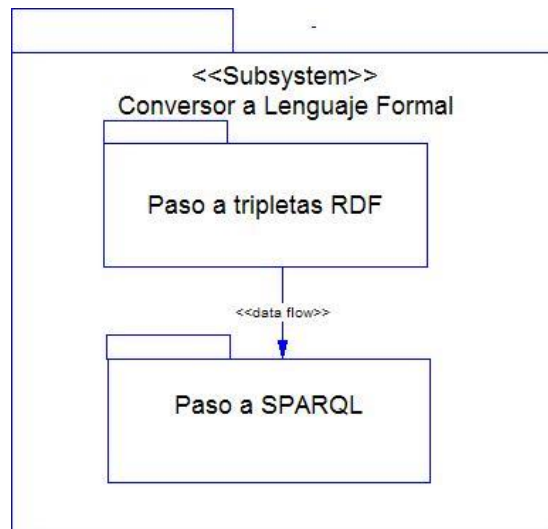


Figura -10 Traducir SPARQL

- **Componente Pasar a Tripletas RDF:** este componente utiliza la salida del subsistema Analizar Pregunta y está encargada de tomar los términos ontológicos mapeados para generar las respectivas tripletas RDF que son la salida del componente.
- **Componente pasar a SPARQL:** este componente utiliza la salida del componente Pasar a Tripletas RDF, para generar una consulta sintácticamente correcta en lenguaje SPARQL, la salida de este componente es una consulta en SPARQL.

### Buscar y adaptar respuesta

La forma de obtener la respuesta puede apreciarse en la figura 11:

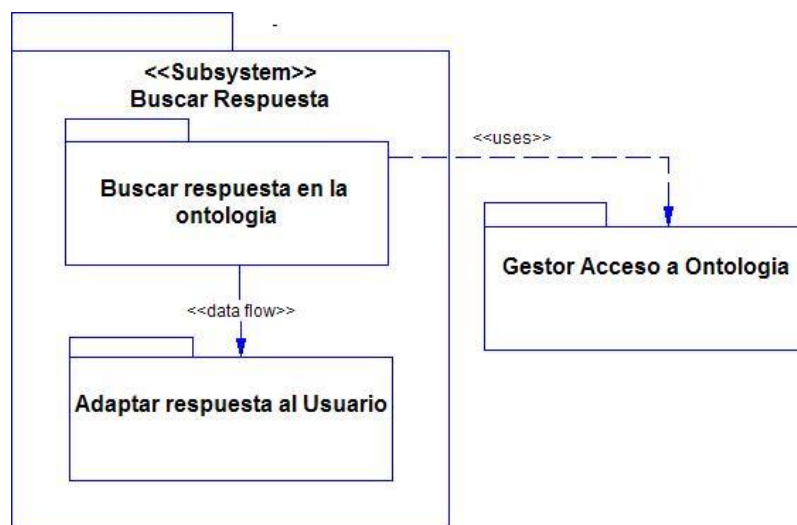


Figura 11 Obtener la Respuesta

Este módulo está compuesto por:

- **Componente Buscar Respuesta en la Ontología:** este componente utiliza la salida del subsistema Pasar a SPARQL y está encargado de extraer información de la ontología ayudándose del Gestor de Acceso a la Ontología, la salida de este componente es una respuesta en formato ontológico a la pregunta del usuario.
- **Componente Adaptar Respuesta al Usuario:** toma la salida de Buscar Respuesta en la Ontología, para adaptarla a un formato comprensible por el usuario, la salida de este componente es una respuesta en un formato que el usuario pueda entender.

## 6.2 Adaptación de la Estrategia

A continuación está la adaptación de la estrategia al procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación de la Estrategia diseñada:

### 6.2.1 Aproximación al Lenguaje Natural

#### a) Alfabeto

El alfabeto para la adaptación a la ALN de la VRI es el mismo planteado en el Lenguaje Formal:

Alfabeto	←	{ letras ,  dígitos ,  caracteres }
letras	←	{ mayúsculas ,  minúsculas }
minúsculas	←	{ a ,  b ,  c ,  d ,  e ,  f ,  g ,  h ,  i ,  j ,  k ,  l ,  m ,  ñ ,  o ,  p ,  q ,  r ,  s ,  t ,  u ,  v ,  w ,  y ,  z }
mayúsculas	←	{ A ,  B ,  C ,  D ,  E ,  F ,  G ,  H ,  I ,  J ,  K ,  L ,  M ,  Ñ ,  O ,  P ,  Q ,  R ,  S ,  T ,  U ,  V ,  W ,  Y ,  Z }
dígitos	←	{ 0 ,  1 ,  2 ,  3 ,  4 ,  5 ,  6 ,  7 ,  8 ,  9 }
caracteres	←	{ . ,  : ,  ' ,  " ,  ? ,  ¿ ,  - }

#### b) Palabra

Palabra	←	letras * dígito +
Palabra	←	letras +  -   letras * dígito +

Algunos de los ejemplos de palabras son:

- Grupo
- Investigación
- MM-IV-6-FOR13
- Nombre
- Director

### c) Aproximación al Lenguaje Natural (Lenguaje Formal)

El lenguaje constituye las expresiones que pueden formarse con las palabras y el alfabeto que estén correctamente formadas.

|pregunta| ← |carácter| |pronombre| |verbo| |complemento| |carácter|  
|pregunta| ← |carácter| |frase| |carácter|

Como ejemplos de oraciones que pertenecen a la aproximación del lenguaje natural para la VRI están:

- ¿Qué hay que hacer para crear un grupo de investigación?
- ¿Quién es el responsable de la actividad 1?
- ¿Qué formato es necesario diligenciar para presentarse a una convocatoria interna?

### 6.2.2 Ontología de la VRI

A continuación está un resumen de la adaptación de la ontología de procedimientos organizacionales. El desarrollo total de la ontología puede observarse en el Anexo 3.

#### 1. FASE 1. Información General del Dominio

##### 1.1 Dominio Específico de la Ontología

El dominio específico de la ontología está definido para la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca (VRI), la cual está encargada principalmente de “Organizar, liderar y fortalecer el Sistema Institucional de Investigaciones de la Universidad, a través de la relación entre sociedad, Estado y organizaciones externas para el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico y, de los saberes comunitarios, contribuyendo con el mejoramiento del bienestar de la comunidad regional” [61].

##### 1.2 Uso de la Ontología

La ontología será usada inicialmente por el personal directivo de la VRI. Es un elemento básico de la estrategia de integración para EBIO a través del Procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación en la VRI. Su mayor

contribución está dada por el almacenamiento del conocimiento representado en las actividades expresadas en dicho Procedimiento y a la estandarización de los conceptos que hacen parte del vocabulario manejado por el personal de la VRI.

### 1.3 Preguntas y Respuestas a Resolver

Algunas preguntas básicas para responder por la ontología, relacionadas con la definición de procedimientos de la VRI, están las siguientes:

- ¿Qué actividad del procedimiento es requerida para determinada acción? Al establecer una acción específica, la ontología debe responder que actividad es requerida para hacer dicha acción.
- ¿Quiénes intervienen en determinada actividad? La ontología debe responder cada uno de los actores relacionados con los pasos específicos de la actividad.

### 1.4 Usuarios

La ontología será usada inicialmente por todos los directivos y empleados adscritos a la VRI, con posibilidades futuras de ser utilizada por cualquier empleado de la Universidad del Cauca que deba realizar alguna consulta sobre el procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación de la VRI.

### 1.5 Funcionamiento General del Sistema

El funcionamiento general del sistema a continuación (Figura 1):

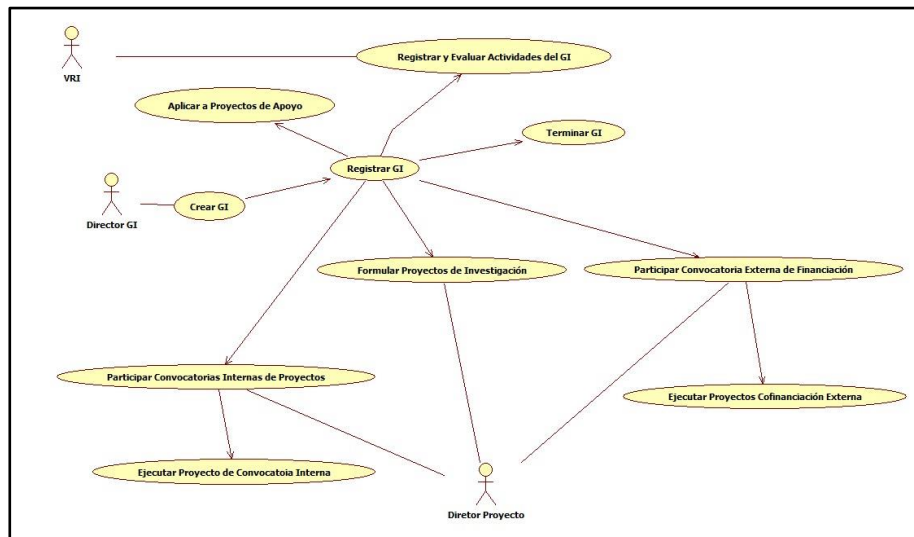


Figura 12 Funcionamiento General del Dominio

### 1.6 Definición de Términos Principales del Dominio

- **Convocatoria:** según la Real Academia Española, la convocatoria hace referencia a los anuncios o escritos que convocan a realizar alguna cosa [62]. Para la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca, una convocatoria es el llamado para la presentación de propuestas que buscan

obtener avales, patrocinios y/o alguna prebenda en el momento de adjudicar propuestas de proyectos de investigación.

## 2. FASE 2. CONSIDERACIÓN DE OTRAS ONTOLOGÍAS

La Tabla 7, presenta un resumen de algunas ontologías tomadas en consideración como posibles candidatas a ser reutilizadas:

Proyecto	Autores	Universidad	País	Año
PSL	Arauzo, J. et al	Universidad de Valladolid	España	2010
Proyecto TOVE	Fox, M.S. Grupo	Universidad de Toronto	Canadá	1992 Actual
The Business Model Ontology a Proposition in a Design Science Approach	Osterwalder, A.	Universidad de Lausanne	Suiza	2004

Tabla 7 Otras Ontologías

## 3. FASE 3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL DOMINIO

### 3.1 Descripción Detallada del Procedimiento

La Tabla 8, presenta un aparte de la descripción detallada del procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación:

Término	Actividad	Sinónimos	Descripción	Campos del Término
Grupo de Investigación (GI)	1	Grupo	Docente: Elaborar propuesta grupo de investigación Docente: Diligenciar formato MM-IV-6-FOR-15 Docente: Diligenciar formato MM-IV-6-FOR-13	Nombre del Grupo Facultad Director Email Dirección del Grupo Teléfonos Extensión Integrantes Origen del Grupo ó reseña histórica Líneas de Investigación Misión Visión Objetivos Realizaciones Perspectivas
	2	Grupo	- Docente Director GI: Tramitar aval grupo de investigación	Nombre del Grupo Facultad

Tabla 8 Asociaciones Básicas de la Conceptualización

### 3.2 Definición de los Conceptos Generales del Procedimiento

La Tabla 9, presenta las asociaciones básicas de los conceptos, teniendo en cuenta las relaciones fundamentales entre ellos:

Término Principal	Actividad	Relaciones	Actores	Responsables	Formato	Instructivo
Grupo de Investigación	1	Crear	- Docente investigador de planta	- Docente investigador de planta	MM-IV-6-FOR-13	Ninguno

**Tabla 9 Asociaciones Básicas de la Conceptualización**

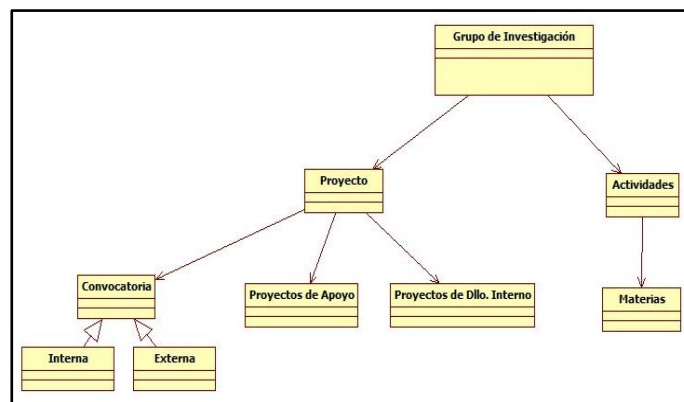
La Tabla 10, presenta un compendio de los conceptos principales con los respectivos campos y su descripción de acuerdo con lo establecido en la VRI:

Concepto	Campos del Concepto	Tipo	Valores
Grupo de Investigación	Nombre del Grupo	Cadena	Cualquiera
	Facultad	Cadena	Cualquiera
	Director	Cadena	Cualquiera
	Email	Cadena	Cualquiera
	Dirección del Grupo	Cadena	Cualquiera
	Teléfonos	Cadena	Cualquiera
	Extensión	Cadena	Cualquiera
	Integrantes	Cadena	Cualquiera
	Origen del Grupo ó reseña histórica	Cadena	Cualquiera
	Líneas de Investigación	Cadena	Cualquiera
	Misión	Cadena	Cualquiera
	Visión	Cadena	Cualquiera
	Objetivos	Cadena	Cualquiera
	Realizaciones	Cadena	Cualquiera
Perspectivas	Cadena	Cualquiera	

**Tabla 10 Definición de Conceptos**

### 3.3 Jerarquía de Conceptos del Procedimiento

En la Figura 13, aparece la jerarquía de conceptos más importantes contenidos en el procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación:



**Figura 13 Jerarquía de Conceptos**

### 3.4 Propiedades Especiales en el Procedimiento

La Tabla 11 describe las propiedades especiales que relacionan los conceptos:



Propiedad	Descripción
Puede Aplicar A	Un Grupo de Investigación Puede Aplicar a Programas de Apoyo de la VRI
Son Para	Los Programas de Apoyo de la VRI Son Para Publicaciones, Viajes, Presentar Resultados de Investigación o Intercambio de Investigadores

Tabla 11 Propiedades Especiales en las Actividades

En la Tabla 12, están listados los términos adicionales y sus respectivos sinónimos:

Término	Sinónimos
Director del Grupo	Director
Estudiantes	Estudiante,

Tabla 12 Términos Adicionales

### 3.5 Aspectos Importantes para el funcionamiento

- Toda propuesta debe ser respaldada o avalada por un grupo de investigación.
- Toda propuesta debe tener los apartados de ella definidos en la convocatoria.
- Todo investigador debe registrar la hoja de vida en el CvLac.

#### 6.2.3 Interfaz en Lenguaje Natural

En cuanto a la Interfaz en LN para comunicar la ontología con los actores organizacionales, tiene como usuarios los siguientes:

- **Administrador:** el usuario administrador de la estrategia, es el señor John Yanza quien actualmente es administrativo con funciones de asistente de la VRI. Es la persona que más conoce del Procedimiento y quien cargará la ontología al sistema. Cabe anotar que el Vicerrector de Investigaciones también puede asumir la función de Administrador.
- **Usuario:** inicialmente serán todos los administrativos que laboran para la VRI, esperando que a futuro, pueda tener como usuarios a toda la comunidad universitaria de la Universidad del Cauca.

## 7 INDICADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES

Este capítulo contiene una propuesta de un modelo de evaluación en el campo de la Recuperación de la Información – RI organizacional como soporte para la toma de decisiones.

Dado que la solución propuesta integra características del área de investigación de la Recuperación de la Información – RI, la definición de indicadores es bien conocida y está relacionada con la relevancia de la información recuperada la cual consiste en un caso particular de indicadores de precisión y recuerdo aplicados al sistema desarrollado. Sin embargo, el presente proyecto está enfocado en la definición de indicadores para medir al apoyo a la toma de decisiones que logradas con la solución propuesta, elementos que en la literatura hasta ahora no están definidas formalmente.

Inicialmente plantea el marco conceptual [78][79][80][81][82][83][84][85][86][87][88][89][90][91][92] de la toma de decisiones que puede observarse en el **Anexo 4**.

### 7.1 Naturaleza de las Mediciones

Lo primero a diferenciar en este estudio es que los indicadores a construir consisten en indicadores para evaluar la calidad de la decisión tomada, soportados en la solución tecnológica provista y no en la definición de indicadores que utilizan las organizaciones para tomar sus decisiones, aunque éstos elementos también fueron usados para establecer la misma mecánica de medición, pero sobre las decisiones.

En la búsqueda de estado del arte al respecto fueron encontradas muy pocas referencias [80][88] que intentan establecer la evaluación de la misma decisión tomada de manera formal, adicionalmente fueron tomados estudios de la disciplina de toma de decisiones con métodos de lógica difusa [91][92] con el fin de establecer si era posible incorporar estos métodos a los indicadores que necesitan definir.

Otro estudio [82] está enfocado en el modelo de toma de decisiones racional, por cuanto el objetivo es permitir a los profesionales universitarios y profesores establecer las acciones a seguir cuando tengan un problema en el dominio de los procesos relacionados a los grupos de investigación de la VRI de la Universidad del Cauca. Los demás procesos no fueron tenidos en cuenta para la prueba.

Con respecto a las fuentes de información de los indicadores fueron tomados los generados al interior de la organización como: tiempo de proceso, datos no estructurados, uso de tecnologías de innovación en los procesos y capacitación de

funcionarios. No tendrá en cuenta, indicadores externos [82][84], como los financieros, los relacionados con los clientes y mercado, ya que no aplican al caso de estudio. Adicionalmente, la información está en un nivel más táctico que operacional o estratégico [84] ya que está almacenada en la ontología del caso de estudio en donde está relacionada la información acerca de los procedimientos de la VRI, apoyando más, el cómo hacer.

Por otro lado, la toma de decisiones tiene adicionalmente un sentido de aprendizaje [78], el hecho de que pueda evaluar cuánto nos equivocamos en la decisión tomada o que tan acertada fue la decisión final tomada, permite realimentar el siguiente proceso de toma de decisiones, para el caso de estudio, este elemento no está tomado en cuenta y será manejado más como una variable de control, en el sentido de tener un conjunto de individuos con una experiencia uniforme al respecto. Adicionalmente el enfoque es hacia la toma de decisiones individuales y no grupales, lo cual reduce la cantidad de variables y enfoques a tener en cuenta para la medición.

## 7.2 Indicadores Propuestos para la Toma de Decisiones

Teniendo en cuenta las restricciones y características definidas en el apartado anterior, son definidos los indicadores para medir el proceso de toma de decisiones en el entorno construido.

La evaluación de una decisión es posible hacerla con respecto a que tan cerca o acertada fue la decisión tomada. Normalmente una decisión que toma una persona [92], consiste en la evaluación consciente de un conjunto de alternativas  $A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_i)$ , en presencia de unos objetivos  $O = (o_1, o_2, o_3, \dots, o_j)$  y unas restricciones  $R = (r_1, r_2, r_3, \dots, r_k)$ . Las restricciones pueden ser obligatorias para aceptar cualquier alternativa u opcionales (preferentes) para valorar mejor una alternativa.

Los posibles estados pueden representarse como funciones así:  $o : A \rightarrow O$ ;  $r : A \rightarrow R$ , señala que para cada alternativa  $a_i$  de decisión, obtiene los niveles para alcanzar los objetivos  $O$  y el grado de cumplimiento de las restricciones  $R$ .

### 7.2.1 Indicador de Calidad: Media de Toma de decisiones (CMDT)

Las unidades de medición dependen de la naturaleza de los objetivos. Para el caso, el objetivo es establecer el grado en que fue tomada una buena decisión, este grado

lo podemos medir por niveles de calidad, siendo lo más ideal establecer una escala de mínimo dos niveles y máximo cinco niveles como está presentado en el ejemplo:

*Niveles de alternativas Mínimo:  $Cal_0 = 0\%$ ;*

*Niveles de alternativas Máximo:  $Cal_1 = 100\%$*

$Cal_0 = 0\%$ ;  $Cal_1 = 25\%$ ;  $Cal_2 = 50\%$ ;  $Cal_3 = 75\%$ ;  $Cal_4 = 100\%$ ;

Por ende, la unidad de medida es porcentaje. Así cada alternativa obtendrá una valoración  $Cal_i$  de acuerdo a la valoración hecha por un experto en el dominio del tema. Los porcentajes anteriores son presentados a manera de ejemplo, es el experto quien puede darles el valor adecuado en el rango de:  $0\% \leq Cal_i \leq 100\%$

Por ejemplo, hay tres alternativas de un problema dado y de acuerdo a lo anterior el experto podría valorarlas así (ver Tabla 13):

Función de alternativa	Valoración
$o(a_1)$	0%
$o(a_2)$	80%
$o(a_3)$	100%

Tabla 13 Ejemplo de Valoración de Alternativas de un Problema

Las restricciones y alternativas deben poder comprobarse con consultas a la ontología, es decir que a partir de un conjunto de consultas:  $C = (c_1, c_2, c_3, \dots, c_m)$  pueden establecerse funciones;  $c: R \rightarrow C$  y  $d: A \rightarrow C$ .

Lo anterior indica que el usuario por cada alternativa – restricción, debería realizar consultas necesarias con el fin de determinar el valor lógico de verdad de las mismas, el cual es verdadero (V) ó falso (F). La alternativa – restricción<sub>7</sub> evalúa a sí mismo como verdadero (V) o falso (F) haciendo la conjunción de todas las consultas relacionadas. Para el ejemplo descrito anteriormente, el usuario puede obtener la siguiente lógica de decisión (ver Tabla 14):

Función de Restricción o Alternativa	Consultas relacionadas	Valoración	Valoración AND
$c(r_1)$	$c_1$	V	$c_1 \wedge c_5 = F$
	$c_5$	F	
$c(r_2)$	$c_3$	V	V
$d(a_3)$	$c_4$	V	V

Tabla 14 Ejemplo de Relación de restricciones vs consultas y sus valoraciones

De acuerdo con lo anterior, la naturaleza de la relación entre las alternativas y las restricciones es presentada como el resultado de una relación lógica de cumplimiento o no de restricciones, dependiendo de la exigencia (AND) de la restricción o la preferencia (OR) de la misma:

$$o(a_i) = c(r_1)[AND|OR]c(r_2)[AND|OR]d(a_3), \dots [AND|OR]c(r_k)$$

Para el ejemplo anterior, puede presentarse que la restricción  $r_2$  es obligatoria para tomar una decisión, ya que es condición indispensable que sean cumplidas para tomar cualquier alternativa. Por otro lado  $r_1$  es opcional para la alternativa  $a_2$ , el ejemplo es presentado en la Tabla 15

Función de alternativa	Relación de Restricciones	Aceptar o No alternativa
$o(a_1)$	$c(r_1) AND c(r_2)$	F
$o(a_2)$	$c(r_2) AND c(r_3) OR c(r_1)$	V
$o(a_3)$	$c(r_2) AND d(a_3)$	V

Tabla 15 Ejemplo de Relación lógica de restricciones para valorar alternativas

De acuerdo con lo anterior, hay que descartar alternativas de manera lógica, con relación a sus restricciones, quedando por resolver si es más conveniente la  $a_2$  o la  $a_3$ , lo cual está realizado con respecto a los objetivos a satisfacer.

Los objetivos pueden ser de diferentes tipos, sin embargo la mayoría de los mismos son clasificados como [79]:

- **Maximizar:** -tomar la mejor decisión posible.
- **Satisfacer:** elegir la primera opción que sea mínimamente aceptable satisfaciendo de esta forma una meta u objetivo buscado.
- **Optimizar:** -la que genere el mejor equilibrio posible entre distintas metas.

Este es un proceso mental que realiza el usuario que toma la decisión [80], el cual puede ser consciente o no de ello. Este proceso es utilizado para construir los problemas y de las alternativas a presentar al usuario.

Para el ejemplo, el usuario puede seleccionar la alternativa  $a_2$  de tal forma que su decisión es acertada en un 80% (Tabla 13), esto permite establecer que tan buena fue la decisión tomada y por ende la información aportada por el sistema para que el usuario seleccionara una de las alternativas.

Al usuario le son colocados N problemas, de modo que  $P = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_n)$  con sus alternativas y restricciones, el mismo usuario valora las alternativas realizando el proceso descrito anteriormente para cada problema y finalmente puede obtenerse una relación de problemas ( $P_n$ ) vs.  $V(a_{ij})$  (valor alternativa seleccionada i del problema j). Para el ejemplo -están siguientes datos (Tabla 16)

Pregunta	Valor Alternativa Seleccionada
P1	80%
P2	100%
P3	50%
P4	70%

Tabla 16 Ejemplo Problemas vs Alternativas escogidas por el usuario

Al hacer un promedio, hay un 75% de calidad en las decisiones tomadas, esto significa que el sistema le permite tomar decisiones en un nivel bueno de acuerdo con la Tabla 17 propuesta para la valoración cualitativa, esta tabla está propuesta de tal forma que pueda establecerse una valoración cualitativa de los resultados:

Rango	Valor cualitativo
$0 \leq X \leq 50$	Deficiente
$50 < X \leq 70$	Aceptable
$70 < X \leq 80$	Bueno
$80 < X \leq 90$	Muy Bueno
$90 < X \leq 100$	Excelente

Tabla 17 Valoraciones Cualitativas de la Decisión Tomada

Con estos datos es definido el siguiente indicador: “**Calidad Media de Toma de Decisiones**” (ver ecuación 1):

$$CMDT = \frac{1}{M * N} * \sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^N O(a_{ij})_k$$

Ecuación 1: Indicador de Calidad Media de Toma de Decisiones

En dónde M es el número total de usuarios que resuelven N problemas, así  $O(a_{ij})$  es el valor porcentual asignado a la alternativa i del problema j que el usuario k seleccionó. El indicador de calidad fluctúa entre  $0 \leq CMDT \leq 100$ , siendo 100 la máxima calidad, es decir que el usuario seleccionó todas las alternativas correctas. El valor puede calificarse con la Tabla 16 para clasificar la capacidad del sistema en apoyar las decisiones.

### 7.2.2 Indicador de Eficacia para la Toma de Decisiones (EfTD)

En la toma de decisiones la eficacia corresponde en establecer cuantos problemas fueron resueltos con la mejor alternativa, es decir problemas resueltos ( $P_{resueltos}$ ) en los cuales la alternativa seleccionada por el usuario fue  $O(a_{ij}) = 100\%$ , con respecto al total de problemas totales ( $P_{totales}$ ), puede definirse el indicador en la ecuación 2:

$$EfTD = \frac{P_{resueltos}}{P_{totales}} = \frac{N * M - \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N z_{ij}}{N * M} = 1 - \left( \frac{1}{N * M} \right) * \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N z_{ij}$$

Donde:

$$z_{ij} = 0 \text{ si } O(a_{ij}) \leq 100\% \text{ sino } z_{ij} = 1 ;$$

Ecuación 2: Indicador de Eficacia para la Toma de Decisiones

Las preguntas totales (N) deben multiplicarse por el número de usuarios (M) para obtener todas las preguntas resueltas en una medición por varios usuarios. Para el número de preguntas contestadas correctamente debe sumarse el número de alternativas contestadas correctamente, es decir  $O(a_{ij}) = 100\%$ .

Las unidades de este indicador son adimensionales, ya que son canceladas en el cociente. Así siempre  $EfTD \leq 1$ . Si es cercana a 1, sugiere que el número de problemas contestados correctamente está cerca al número de preguntas totales que deben resolverse, por tanto la eficacia es mayor. Para poder establecer diversos niveles de eficacia el valor final de EffDT es multiplicado por 100 definiendo la siguiente tabla 18 de rangos:

Rango	Puntos	Valor cualitativo
$0\% \leq EfTD \leq 20\%$	1	Deficiente
$21\% \leq EfTD \leq 40\%$	2	Aceptable
$41\% \leq EfTD \leq 60\%$	3	Bueno
$61\% \leq EfTD \leq 80\%$	4	Muy Bueno
$81\% \leq EfTD \leq 100\%$	5	Excelente

Tabla 18 Rangos de Eficacia en Toma de Decisiones

### 7.2.3 Indicador de Eficiencia de Tiempo para la Toma de Decisiones (EfTTD)

Un recurso importante es el uso del tiempo para la toma de decisiones. Puede definirse un tiempo de referencia por problema ( $t_{rp}$ ), dado por el experto, el cual es lo que demoraría una persona normal<sup>11</sup> en escoger la alternativa correcta de todos los (N) problemas con los recursos actuales de la organización. Posteriormente, puede calcularse el tiempo medio consumido por el usuario i en escoger alternativas correctas de los (N) problemas propuestos y así poder establecer la eficiencia con respecto al tiempo de cada usuario como:  $t_r/t_{ij}$ , en este caso invierte el cociente ya que lo esperado es no sobrepasar el tiempo mínimo para solucionar los problemas. Como el sistema es usado por varios usuarios, conviene calcular el promedio de estos tiempos con respecto al tiempo de referencia y así obtener un valor que dependa menos de las características particulares de un usuario. El indicador sería así (ver ecuación 3):

$$EfTTD = t_r * \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{1}{t_{ij}}$$

Ecuación 3: Indicador de Eficiencia de Tiempo Medio de Toma de Decisiones del Sistema

En dónde N es el número total de problemas a resolver por M usuarios en la prueba,  $t_{ij}$ , corresponde al tiempo en que demoró en usuario i en resolver el problema j, es

<sup>11</sup> Hace referencia a una persona que no tiene conocimientos acerca de los problemas que intenta resolver y depende expresamente de la información que pueda consultar en el sistema de información.

decir desde que inició su lectura hasta seleccionar una de sus alternativas de solución. Las unidades de este indicador serían adimensionales.

El análisis del indicador está hecho con respecto a su valor cercano a la unidad, así podemos establecer la Tabla 19 de cualificación:

Rango	Puntos	Valor cualitativo
EfTTD > 1	5	Muy eficiente
EfTTD = 1	3	eficiente
EfTTD < 1	1	Ineficiente

**Tabla 19** Tabla de Rangos de Eficiencia en Tiempo para la Toma de Decisiones

Por otro lado, es importante convertir este indicador en un porcentaje, para poder calcular posteriormente la efectividad. Así mientras el indicador tome valores de 1 o mayores el valor es de 100% y si es menor de 1 es colocado el correspondiente porcentaje, ya que indicaría que tanto tiempo consumió del tiempo de referencia.

#### 7.2.4 Efectividad del Sistema en la Toma de Decisiones (ETDS)

Finalmente está determinada la efectividad como una suma de la eficiencia y la eficacia, en dónde podemos combinar el indicador EfTD con el EfTTD así (ver ecuación 4):

$$ETDS = \frac{EfTD + EfTTD}{2} * 100$$

$$Si\ EfTTD > 1\ entonces\ EfTTD = 1$$

**Ecuación 4:** Efectividad del Sistema en la Toma de Decisiones

Las unidades son adimensionales ya que sus componentes también lo son. La restricción es colocada para expresar la efectividad como un porcentaje, ya que cuando la eficiencia está por encima de 1 los recursos fueron usados eficientemente, posteriormente es computado con la eficacia que también está en porcentaje. El 100 es un factor de escala para expresar la efectividad en porcentaje, entre más cerca este de 100% más efectivo es el sistema y la toma de decisiones realizada. Es decir, el proceso de toma de decisiones es más acertado y con el máximo rendimiento de recursos (tiempo) entre más cercano sea a 100%.

#### 7.2.5 Conclusión y Alcance de los Indicadores Propuestos

Los indicadores definidos en los apartados anteriores pretenden evaluar la calidad y eficacia en las decisiones tomadas, en la solución de un problema particular con



opciones de decisión bien definidos y valores esperados también definidos. Estos indicadores funcionan bien para establecer la capacidad de un sistema de información organizacional en apoyar las decisiones a un grupo de usuarios. Para el cual las respuestas y alternativas dadas del sistema previamente han sido valoradas por un experto del conocimiento de la organización.

Para usarlos en el entorno organizacional general apoyado en sistemas variados de información, en los cuales la mayoría de las veces no son conocidos los valores de calidad de las alternativas y la implicación de la decisión tomada, está la sugerencia de no usarlos para prever resultados futuros, pero si pueden servir para evaluar las decisiones finales ya tomadas recopilando los datos históricos.

La cantidad de variables que intervienen en la toma de decisiones es muy grande y pueden ser tan específicas como la misma cantidad de organizaciones existentes, por ello la evaluación de toma de decisiones sigue siendo un campo muy amplio de estudio y trabajo. Aquí es realizado un aporte al acercamiento de evaluación de la misma en unas condiciones específicas del sistema de información que lo apoya.

## 8 VALIDACIÓN DEL ENTORNO

### 8.1 Prototipo SBRIO [93]

Para obtener la especificación de EBIO fue desarrollado un prototipo software llamado SBRIO, usando la metodología UP Ágil (Agile Unified Process), implementando las fases y los artefactos considerados necesarios para plantear el Entorno. Para acceder al Prototipo, hacerlo desde un buscador Web con la dirección: <http://prometeo.unicauca.edu.co/sbrio>

El proceso de implementación del prototipo fue llevado a cabo utilizando la herramienta de desarrollo Visual Studio 2010 con Framework 3.5 de Microsoft .NET, lenguaje de programación C# y motor de base de datos SQL Server Express Edition 2008.

La gestión de la ontología fue realizada a través de JENA que provee todas las funcionalidades necesarias.

Dado que JENA es un framework para java y la aplicación fue desarrollada en Visual Studio ASP.NET, fue utilizada la librería IKVM que es una librería de interoperabilidad entre JAVA y .NET, permitiendo la utilización de las API's de JENA que están codificadas en JAVA.

TreeTagger fue utilizado para asignar los respectivos Lemas y con el archivo spanish.mwls para que no categorice las multipalabras. Cabe aclarar que previamente también fue adaptada una lista de palabras vacías y frases ruidosas al archivo spanish.mwls de TreeTagger para identificarlas y eliminarlas antes de que puedan interferir negativamente en el análisis.

Para Mapear a Términos Ontológicos y a partir de estos patrones generar las tripletas nombradas necesarias para su posterior paso a SPARQL ordenándolas en una estructura, fue necesario adaptar e implementar los algoritmos The Pattern Processing, Find Class Relation, Check Class for Instance [94], además del algoritmo de Dijkstra [95].

La aplicación está conformada por tres servicios que pueden ser seleccionados por los usuarios, son ellos:

- Inicio de sesión (ver Figura 14)



The screenshot shows the login interface of the Buscador SBRIO. The page title is "Buscador SBRIO" with the subtitle "Busqueda de Información Organizacional". In the top right corner, there are links for "Inicio", "Ayuda", and "Contacto". The main content area features a login box titled "Iniciar sesión como Administrador". This box contains two input fields: "Nombre de usuario:" and "Contraseña:". Below these fields is a checkbox labeled "Recordármelo la próxima vez." and a button labeled "Inicio de sesión".

Figura 14 Inicio de Sesión

- Direccionamiento de la ontología (ver Figura 15)



The screenshot shows the ontology direction page of the Buscador SBRIO. The page title is "Buscador SBRIO" with the subtitle "Busqueda de Información Organizacional". In the top right corner, there are links for "Cerrar sesión", "Buscador", "Direccionar ontología", "Ayuda", and "Contacto". The main content area features a button labeled "Seleccionar archivo" followed by the text "No se eligió ningún archivo" and a button labeled "Aceptar".

Figura 15 Direccionamiento de la Ontología

- Realización de la pregunta (ver Figura 16)



The screenshot shows the question submission page of the Buscador SBRIO. The page title is "Buscador SBRIO" with the subtitle "Busqueda de Información Organizacional". In the top right corner, there are links for "Inicio", "Iniciar sesión como administrador", "Ayuda", and "Contacto". The main content area is divided into two sections: "1- Seleccione forma de consulta" and "2- Digite su consulta". In the first section, there are three radio buttons: "Consulta libre", "Consulta con autocompletado" (which is selected), and "Consulta con sintaxis EBIO". In the second section, there is a text input field and a button labeled "Enviar Pregunta". Below these sections is a "Resultados" section with a large empty box and a vertical scrollbar on the right side.

Figura 16 Realizar Pregunta

## 8.2 Pruebas del Prototipo SBRIO [93]

### 8.2.1 Pruebas de Usabilidad y Funcionamiento

Para probar el prototipo, inicialmente, fueron realizadas pruebas de usabilidad y funcionamiento del sistema en la fase de transición de la metodología de desarrollo. Con base en los resultados proporcionados por esta prueba fueron realizadas las correspondientes correcciones y modificaciones al sistema y a la ontología.

La prueba tuvo en cuenta el dominio específico de la ontología del procedimiento interno de la VRI, Gestión de Grupos de Investigación, por lo cual fue un único usuario quien la hizo, el cual domina dicho procedimiento.

La prueba consistió en realizar cinco preguntas acerca de la Gestión de Grupos de Investigación en LN en el buscador SBRIO, con el fin de verificar si la respuesta que retorna el sistema es correcta o incorrecta, dependiendo de la relevancia de la respuesta retornada según la pregunta realizada. Además fue realizada una prueba de usabilidad en donde es reflejado el grado de satisfacción del experto con la aplicación (flexibilidad, diseño y ayuda).

El resultado de esta prueba fue muy satisfactorio puesto que la respuesta de todas las preguntas realizadas fue correcta, por lo tanto la precisión y el recall del sistema obtuvo unos resultados del 100%, lo que refleja que el sistema satisface la expectativa de este usuario.

Otro tipo de pruebas son las de rendimiento para el usuario administrador y para el usuario normal.

- Las funcionalidades del usuario administrador (iniciar sesión, direccionar ontología, cerrar sesión) fueron realizadas con cinco usuarios independientes, obteniendo los resultados de la Tabla 20.

Tarea	Tiempo promedio de ejecución (segundos)
Iniciar sesión	2,4
Direccionar Ontología	4,2
Cerrar sesión	1,1

Tabla 20 Tiempos Promedio para Acciones del Usuario Administrador

- Las pruebas de rendimiento para un usuario normal fueron realizadas con cinco usuarios conectados simultáneamente al aplicativo en la red de la Unicauca. Los resultados obtenidos son presentados en la Tabla 21.

Tarea	Tiempo promedio de ejecución (segundos)
Realizar Consultas	2,8
Visualizar ayuda y contacto	1,7

Tabla 21 Tiempos Promedio para Acciones del Usuario

De la Tabla 20 y la Tabla 21 los resultados obtenidos son muy buenos, puesto que había sido acordado un tiempo no mayor a 30 segundos

Las pruebas de usabilidad fueron realizadas a 15 estudiantes de semestres superiores del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad del Cauca. La prueba fue basada en una serie de preguntas que los estudiantes respondieron según su criterio de acuerdo al uso, visibilidad y otros factores de usabilidad. Al terminar la prueba fueron obtenidos los resultados mostrados en la Figura 17.

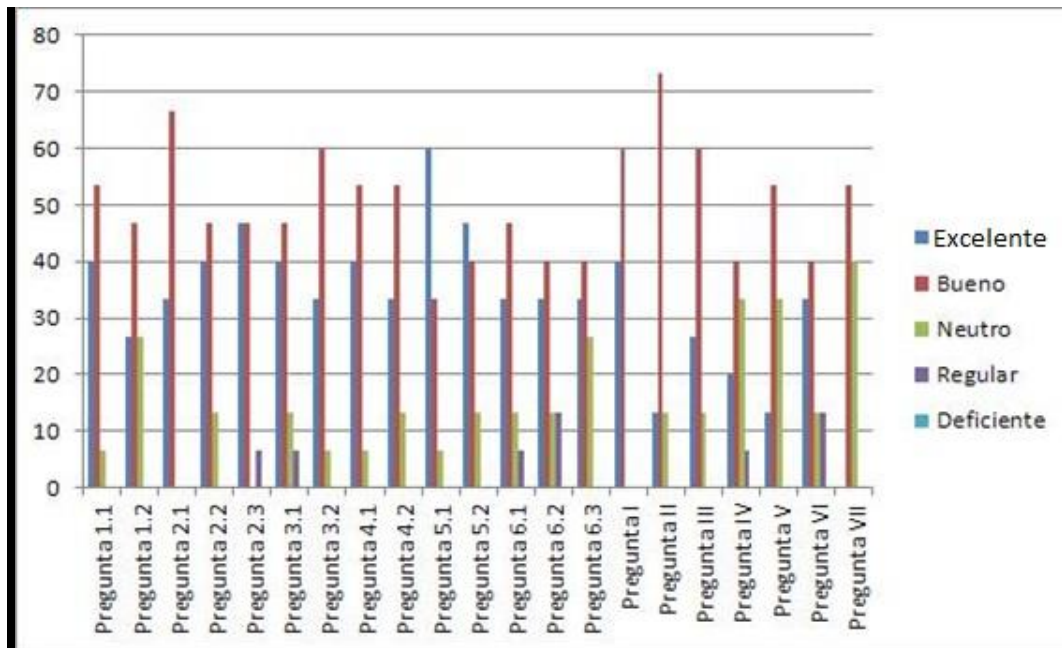


Figura 17 Resultados del Test de Usabilidad

Según la Figura 17, dentro de los resultados obtenidos sobresalen los valores de Excelente y Bueno, concluyendo que los resultados con respecto a la usabilidad y el funcionamiento son altos y muy altos con respecto a la medición tomada.

### 8.2.2 Pruebas de Relevancia y Apoyo a la Toma de Decisiones del sistema SBRIO

Para realizar éstas pruebas fue necesario plantear un experimento que permitiera evaluar la relevancia y el apoyo a la toma de decisiones del sistema construido llamado SBRIO. Para lo anterior debía ser escogido otro sistema de información que sirviera como referencia y así realizar las comparaciones.

Dado que la ontología fue desarrollada con respecto a los procedimientos de grupos de investigación de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca, lo lógico fue evaluar SBRIO con respecto al sistema de información que actualmente utiliza la VRI que es su portal Web y las herramientas de búsqueda para brindar información a sus usuarios.

En busca de una medición ecuánime, hay la garantía que la información contenida tanto en el portal como en SBRIO fue la misma y que los usuarios tenían la posibilidad de encontrarla y utilizarla para tomar sus decisiones. Una vez establecido ésto, fueron creados dos problemas con sus respectivas alternativas de solución y valorado por el experto en la VRI que maneja la información sobre este procedimiento (**Anexo 5**)

Con respecto a las características del experimento tenemos:

### 8.2.2.1 Selección de usuarios

A raíz de que fue difícil elegir un grupo homogéneo de la VRI para realizar las pruebas fueron seleccionados 20 estudiantes al azar de semestres superiores de ingenierías de la Universidad del Cauca, quienes harían las veces de usuarios del aplicativo (Directores y Profesores de un grupo de investigación de la Universidad del Cauca), formando grupos lo más homogéneos posibles.

### 8.2.2.2 Caracterización de variables

- **Variables de control:** participaron estudiantes de semestres superiores de ingeniería de sistemas de la Universidad del Cauca, con edades entre 24 y 28 años, trabajando en la misma sala, con los mismos equipos (sistema operativo Windows XP, navegador Web Google Chrome y la misma conexión a internet) y en lo posible las mismas condiciones ambientales.
- **Variables independientes:** las variables independientes hacen referencia a las cuatro diferentes formas de búsqueda de información para resolver el problema:
  - (X1) representa el uso del buscador SBRIO sin usar ninguno de los asistentes para el autocompletado
  - (X2) representa el uso del buscador SBRIO usando la ayuda del autocompletado
  - (X3) representa el uso del buscador SBRIO con el ALN.
  - (X4) representa el uso del portal de la VRI.

- **Variables dependientes:** este tipo de variables permite medir el efecto de las variables independientes, para este experimento las variables dependientes son:
  - Precisión, recall y medida armónica F.
  - Indicadores propuestos para la toma de decisiones como: CMDT, EfTD, EFTTD, ETDS.

### 8.2.3 Diseño del experimento y selección de grupos

Fueron establecidos cuatro grupos de cinco personas cada uno, con el fin de obtener tres grupos experimentales y otro de control como son descritos en la tabla 22:

Grupos	Forma de búsqueda	Observación
G1(experimental)	X1	O1
G2(experimental)	X2	O2
G3(experimental)	X3	O3
G4(control)	X4	O4

Tabla 22 Diseño del Experimento

Los diferentes grupos intentaron dar solución a dos problemas concernientes a la gestión de grupos de investigación en la VRI con diferentes formas de realizar la búsqueda, así:

- El grupo G1 usa buscador SBRIO sin ayudas (X1), observación O1.
- El grupo G2 usa buscador SBRIO con autocompletado (X2), observación O2.
- El grupo G3 usa buscador SBRIO con ALN (X3), observación O3.
- El grupo G4 realiza la prueba con la información proporcionada en el portal de la VRI (X4), observación O4.

También fue realizado un módulo para que le presente a los usuarios las preguntas que el aplicativo contesta.

Para observar los detalles de las pruebas realizadas ver **Anexo 6**

## 8.3 RESULTADOS OBTENIDOS

### 8.3.1 Validación de Relevancia de SBRIO

En sistemas de Recuperación de la Información hay dos medidas frecuentemente utilizadas cuando no está el ranking de relevancia son Precisión y Recall, sin embargo el SBRIO es un sistema particular en RI, llamado de búsqueda respuesta, por ello fueron adaptadas a las mediciones propuestas en [96][97]. La Tabla 23 presenta los resultados finales aplicados a los tres grupos experimentales.

Grupo experimental	Número de preguntas	Precisión	Recall	Armónica F
G1	34	0,925	0,833	0,855
G2	22	0,96	0,893	0,920
G3	19	1	0,866	0,920

Tabla 23 Resultados Precisión, Recall y Armónica F

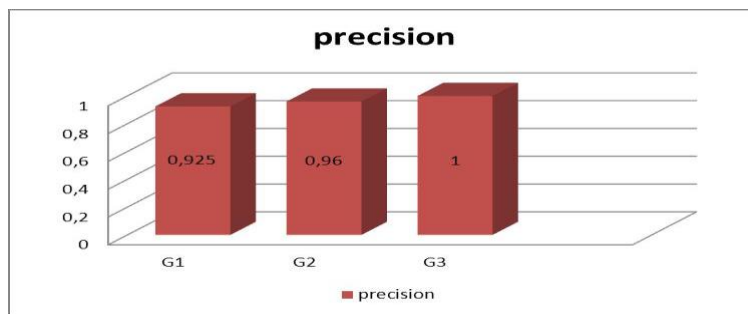


Figura 18 Precisión para G1, G2 Y G3

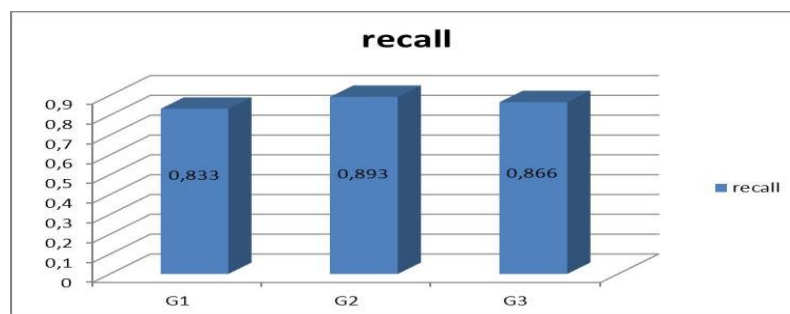


Figura 19 Recall para los tres grupos experimentales

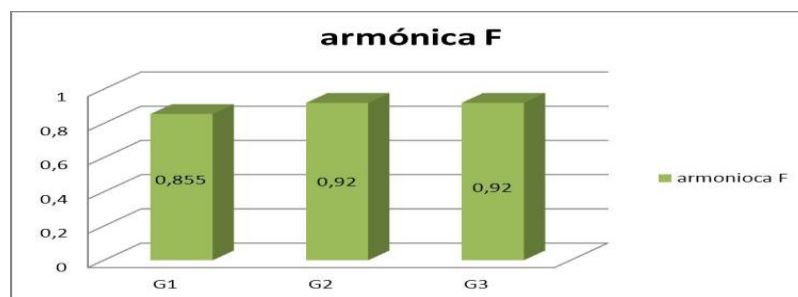
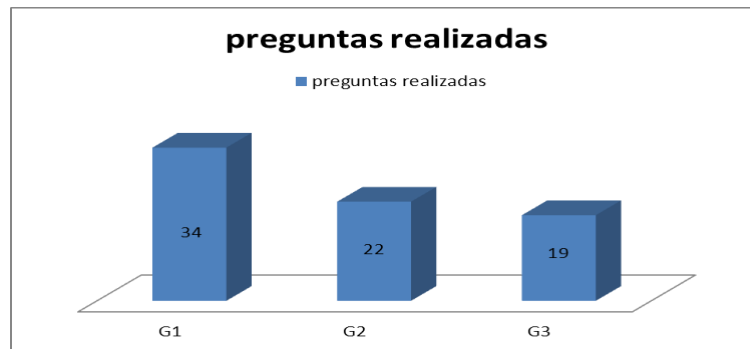


Figura 20 Media Armónica F para los tres grupos experimentales





**Figura 21 Cantidad de Preguntas Realizadas para Resolver los Problemas en los Tres Grupos Experimentales**

En la Tabla 23. Figura 18, Figura 19, Figura 20 y Figura 21, son presentados los resultados obtenidos:

- El G2 (usuarios que realizaron consultas con el buscador SBRIO con la ayuda del autocompletado) y el grupo experimental G3 (usuarios que realizaron consultas con SBRIO con ayuda de ALN), debieron realizar menos preguntas para resolver los problemas que el grupo experimental G1 (usuarios usando SBRIO sin ayudas).
- Además con los grupos G2 y G3 fueron obtenidos porcentajes de precisión mayores al 95%, porcentajes de Recall superiores al 86% y valores de la Medida Armónica F superiores al 90% lo cual indica que al realizar la búsqueda con ayuda de SBRIO son obtenidos buenos resultados para las consultas del usuario quien recibe apoyo para la formulación de las preguntas. Dichos porcentajes no difieren mucho con los obtenidos por el grupo experimental G1 (mientras los términos utilizados sean escritos correctamente), por lo tanto puede determinarse que el sistema retorna respuestas relevantes a los usuarios y por ende soporta bien consultas en LN de forma completa ya que los porcentajes de Precisión, Recall y la Medida Armónica F; superan el 83% con este tipo de consultas.
- También, algunos de los usuarios del grupo experimental G1 tuvieron que realizar una mayor cantidad de preguntas debido a que tienden a escribir incorrectamente (con errores ortográficos) los términos que conforman la consulta y, a preguntar utilizando conceptos inexistentes en la ontología lo que hace— la consulta incorrectamente formulada y haciendo, lo más probablemente posible, que el buscador no retorne una respuesta.
- Los usuarios del grupo experimental G2 y G3 formularon mejor las preguntas ya que si utilizan términos del dominio y por lo tanto el número de respuestas contestadas correctamente por parte de SBRIO es mayor.

**8.3.2 Validación de la Toma de decisiones de SBRIO**

Indicador EBIO – Medida Toma de decisiones	Valor con G1	Valor con G2	Valor con G3	Valor G4
Calidad de la Decisión Tomada (CMDT)	95	95	85	50
Eficacia (EfTD)	90%	90%	80%	50%
Eficiencia (EFTTD)	3,61	3,73	3,94	1,47
Efectividad (ETDS)	95%	95%	90%	75%

Tabla 24 Indicadores para la Toma de Decisiones

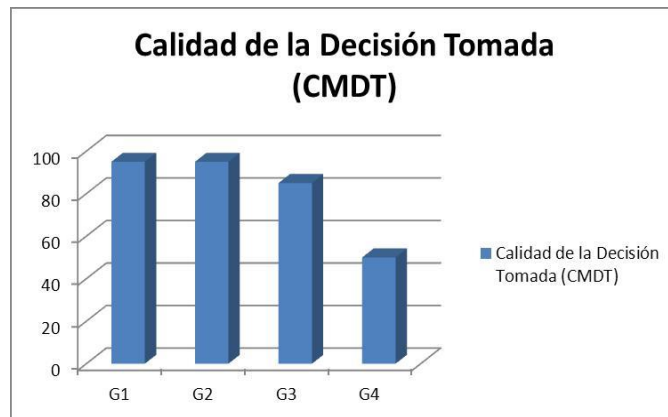


Figura 22 Calidad de las Decisiones Tomadas por los Cuatro Grupos

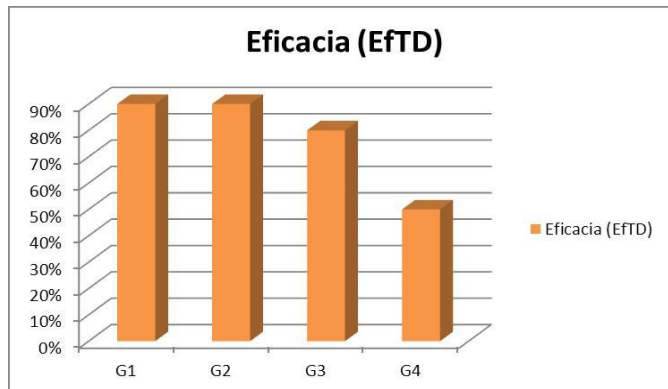


Figura 23 Eficacia de las Decisiones Tomadas por los Cuatro Grupos

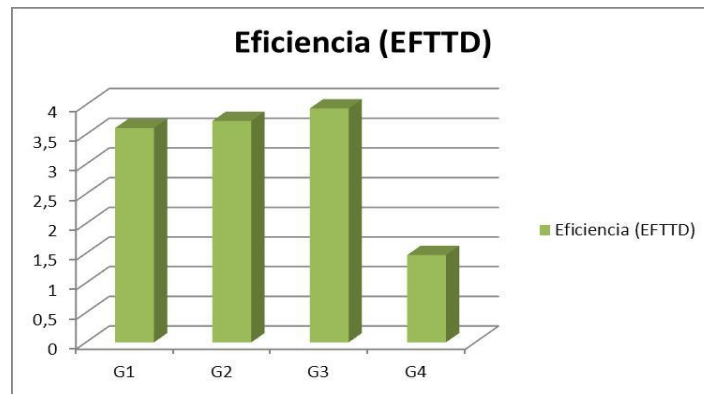


Figura 24 Eficiencia de las Decisiones Tomadas por los Cuatro Grupos

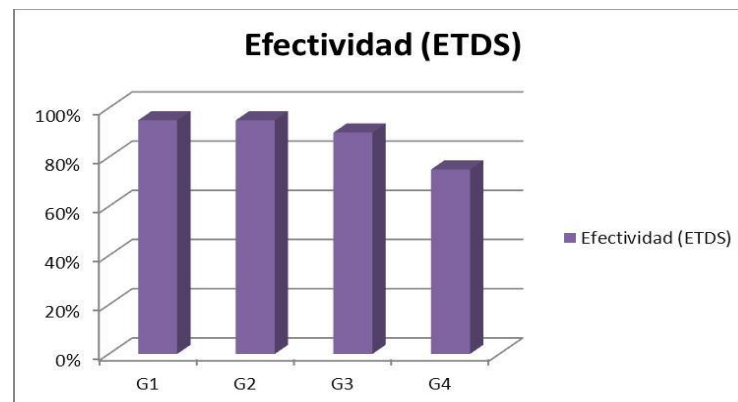


Figura 25 Efectividad del Entorno en la Toma de Decisiones con los Cuatro Grupos

En la Tabla 24, Figura 22, Figura 23, Figura 24 y Figura 25, puede observarse que tanto la calidad, la eficacia y la eficiencia de las decisiones tomadas para dar solución a los problemas de los grupos experimentales G1, G2 y G3 son buenas, ya que llegan a valores de CMDT de 95% (Excelente), EfTD de 90% (Excelente), EFTTD de 100% (Muy Eficiente), lo cual indica que la efectividad del Entorno en la toma de decisiones es Muy Buena (ETDS = 95%) según los resultados de esta prueba y los indicadores propuestos por EBIO.

También puede observarse que en cuanto al grado de toma de buenas decisiones, el número de problemas resueltos con la mejor alternativa y el tiempo en que demoró el usuario tomando la decisión, son Muy Superiores en los grupos experimentales G1, G2 y G3 en contra posición del grupo de control G4, que tendió a tomar decisiones deficientes y en mayor tiempo.

En la figura 25, puede apreciarse que todos los grupos obtuvieron valores mayores que 1 lo que indica su eficiencia del 100%, teniendo en cuenta los tiempos de referencia,<sup>12</sup> ya que estos valores de referencia dados para este experimento fueron

<sup>12</sup> Equivale al tiempo que demoraría una persona normal en escoger la alternativa correcta para todos los problemas con los recursos actuales de la organización (tiempo dado por un experto).

amplios, sin embargo puede apreciarse que los valores son muy superiores en los grupos G1, G2 y G3 comparados al grupo de control G4.

El diseño detallado y los resultados de las pruebas pueden ser consultados en el **Anexo 7**.

## 8.4 Conclusión de la Validación de SBRIO

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos concluir:

- El prototipo que implementa el entorno EBIO permite recuperar información organizacional de manera relevante y con la posibilidad de interactuar directamente con el sistema de información utilizando el lenguaje natural.
- La información recuperada permite apoyar la toma de decisiones en el dominio en la cual fue construido el prototipo, los procesos de los grupos de investigación de la VRI.
- El modelo de indicadores a la toma de decisiones depende de la definición correcta de los problemas que puede resolver y su correcta valoración de calidad y tiempo en las respuestas.
- El sistema SBRIO fue superior al Portal de la VRI en muchos aspectos como:
  - Interpreta la necesidad de información a través de LN, sin hacer búsquedas en varias páginas y ver documentos para encontrar la información solicitada. SBRIO presenta la información específica en su respuesta.
  - El tiempo consumido en el retorno de la información por SBRIO fue muchas veces menor que el de los usuarios para buscar la información en el Portal VRI, incluso cuando utilizaron el buscador web interno del portal. Las consultas en SBRIO fueron menos de 5 segundos, mientras en el portal eran de minutos.
  - La aproximación al lenguaje natural, presentado como una ayuda de autocompletado al usuario que utilizó SBRIO, permitió que los usuarios realizarán menos preguntas y encontrarán más rápido las respuestas.
  - Finalmente, los usuarios SBRIO tomaron decisiones más acertadas y en menos tiempo que los que usaron el portal VRI.

## 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo describe inicialmente las principales conclusiones del trabajo realizado obtenidas durante su desarrollo, posteriormente presenta las recomendaciones y finalmente propone los trabajos futuros.

### 9.1 Conclusiones

- Fueron definidas las características y componentes que debe tener un entorno que permite la consulta de información organizacional de manera directa por parte de sus usuarios, sin intermediarios y con respuestas relevantes a la consulta realizada. El entorno presenta tres productos bien diferenciados:
  - Una aproximación al lenguaje natural, que puede ser adaptada y reutilizada en cualquier dominio de las organizaciones, con el fin de realizar consultas en el lenguaje de los usuarios del dominio de conocimiento modelado y teniendo en cuenta su propia jerga organizacional.
  - Una interfaz de comunicación en lenguaje natural entre los usuarios de la organización y la información de los procedimientos organizacionales almacenados en una ontología organizacional. Esta interfaz no depende del dominio de la ontología, pudiéndose reutilizar para cualquier otro dominio.
  - Un procedimiento para crear ontologías organizacionales que puedan ser reutilizadas en el entorno definido y con éste fue definida una ontología para los procedimientos de la vicerrectoría de investigaciones de la Universidad del Cauca.
- Fueron definidos unos indicadores de validación de sistemas para el apoyo a la toma de decisiones en un contexto bien definido, con el fin de tener elementos que permitan a futuro evaluar y comparar este tipo de sistemas en las organizaciones. Ya que el entorno guarda características de un sistema de recuperación de información de tipo búsqueda – respuesta; validando también los indicadores tradicionales de relevancia. Todos los indicadores anteriores fueron medidos en un experimento con usuarios reales, de tal forma que permitiera validar la estrategia propuesta
- Para el caso de estudio fue desarrollada una aplicación Web (SBRIO), la cual implementó EBIO, aplicado al procedimiento de Gestión de Grupos de Investigación de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca. Aunque los resultados iniciales son favorables, es necesario aplicar las pruebas en otros casos de estudio para verificar la generalidad de los resultados.

- Los resultados experimentales muestran que los usuarios que realizaron consultas con la ayuda del autocompletado y la aproximación al lenguaje natural, debieron realizar menos preguntas para resolver los problemas; además, que fueron obtenidos porcentajes de Precisión mayores al 95%, porcentajes de Recall superiores al 86% y valores de la Medida Armónica F superiores al 90%, lo cual refleja que el sistema retorna buenos resultados de búsqueda para las consultas del usuario mejorando con dichas ayudas la relevancia de la información con respecto al portal Web de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca.
- Los resultados experimentales muestran que utilizando el prototipo software (SBRIO) del entorno propuesto (EBIO), retorna respuestas a las consultas en lenguaje natural sobre la ontología con tiempos entre 2 y 3 segundos; por lo tanto, podría decirse que el sistema es rápido teniendo en cuenta el estudio de Kauffman [98] en donde interfaces similares obtienen una media de respuesta de entre 23,74 y 89,53 segundos. De todas maneras es necesario realizar más experimentos para reafirmar lo dicho anteriormente.
- Los resultados experimentales muestran que la Calidad, Eficacia, Eficiencia y Efectividad de las decisiones tomadas para dar solución a los problemas con ayuda del entorno EBIO, haciendo uso del buscador SBRIO, tienden a ser buenas ya que llega a valores de la calidad de la decisión tomada del 95% y efectividad del 100%, en contra posición de las decisiones tomadas por los usuarios que consultaron la información directamente de la página de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca, los cuales tomaron decisiones deficientes teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los indicadores de toma de decisiones.

## 9.2 Recomendaciones

- Para definir nuevas ontologías de dominios relacionados con los procedimientos organizacionales es necesario realizar paso a paso la metodología propuesta, para que aumente el entendimiento de los actores organizacionales que participan en su desarrollo, frente a la conceptualización del dominio.
- La utilidad del entorno propuesto puede ser mayor si es definida una ontología que abarque más áreas de la organización, pero es necesario tener en cuenta la eficiencia del sistema debido al aumento de información que puede contener la ontología.
- Los indicadores propuestos para la toma de decisiones deben ser probados y retroalimentados en otros sistemas para medir su capacidad de apoyo a la toma de decisiones.

### 9.3 Trabajo Futuro

- Es deseable que seguir enriqueciendo la ontología de la VRI con información acerca de todos los procedimientos de dicha dependencia y/o seguir generando nuevas ontologías que almacenen información sobre otros dominios de la Universidad del Cauca, para que con el prototipo desarrollado pueda consultarse la información de otros dominios diferentes al de la VRI y hacer estudios sobre esos resultados.
- Acoplar un componente de reconocimiento de voz que permita consultas en lenguaje natural hablado.
- Aumentar la funcionalidad de la aplicación, de tal forma que permita consultar ontologías en varios idiomas.

## Bibliografía

- [1] Valda, J. C. (2011). "Porqué Fracazan las Pymes?". Grandes Pymes. <http://jcvalda.wordpress.com/2011/05/02/por-que-fracasan-las-pymes/>.
- [2] Valda, J. C. (2011). "Planeación y Control de Sistemas Organizacionales". Grandes Pymes. <http://jcvalda.wordpress.com/2011/04/04/planeacion-y-control-de-sistemas-organizacionales/>.
- [3] Hernández, A. G. (2009). "Reflexiones en Torno al Campo de las Ciencias de la Gestión". Conferencia Estado del Arte de la Administración. Universidad Popular de Cesar. <tp://www.slideshare.net/Giovannycastromz/perspectivas-de-la-disciplina-administrativa>.
- [4] Malinowski. (2011). "Falta de de Capacitación en TI Pone en Riesgo a Empresas Medianas - Chile". [http://www.bnamericas.com/news/tecnologia/Falta\\_de\\_capacitacion\\_en\\_TI\\_pone\\_en\\_riesgo\\_a\\_empresas\\_medianas](http://www.bnamericas.com/news/tecnologia/Falta_de_capacitacion_en_TI_pone_en_riesgo_a_empresas_medianas)
- [5] Latimpyme. (2011). "Las Herramientas Gerenciales se Renuevan Cada Día". Revista Gerencia. <http://latinpymes.com/site/2011/04/las-herramientas-gerenciales-se-renuevan-cada-dia/>.
- [6] Malinowski. (2011). "Falta de de Capacitación en TI Pone en Riesgo a Empresas Medianas - Chile". [http://www.bnamericas.com/news/tecnologia/Falta\\_de\\_capacitacion\\_en\\_TI\\_pone\\_en\\_riesgo\\_a\\_empresas\\_medianas](http://www.bnamericas.com/news/tecnologia/Falta_de_capacitacion_en_TI_pone_en_riesgo_a_empresas_medianas)
- [7] Latimpyme. (2011). "Las Herramientas Gerenciales se Renuevan Cada Día". Revista Gerencia. <http://latinpymes.com/site/2011/04/las-herramientas-gerenciales-se-renuevan-cada-dia/>.
- [8] Liu, K., W. R. Hogan, et al. "Natural Language Processing methods and systems for biomedical ontology learning." Journal of Biomedical Informatics. 2011 **44**(1): 163-179.
- [9] "Lenguaje Natural: La Próxima Frontera de la Inteligencia Artificial" (2011). Tecnología y Ciencia.
- [10] Mateos, F., J, et al). Procesamiento del Lenguaje Natural. Universidad de Sevilla. 2010-2011
- [11] Serrano, C. Hoyos, C. "Un modelo de investigación documental," S. Editora, Ed., 2000, p. 67.
- [12] Fox, M. Gruninger, M. On Ontologies And Enterprise Modelling. <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/fox-eimt97.pdf>. Enterprise Integration Laboratory. International Conference on Enterprise Integration Modelling. University of Toronto. 1997
- [13] Fox, M.S. Grupo Enterprise Integration Laboratory. TOVE Project . University of Toronto <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/index.html>.
- [14] Chanta, P. H.. Revista Estudios de Lingüística Española (ELiEs). Volumen 18 (2002). ISSN: 1139-8736. Explotación de los corpórea textuales informatizados para la creación de bases de datos terminológicas basadas en el conocimiento. Universidad de Málaga. <http://elies.rediris.es/elies18/index.html>.



- [15] [VII International Ontology Congress: the role of virtual intelligence and knowledge]. Centro de Recursos sobre Percepción y Ciencias Sociales. [http://www.perceptnet.com/not210\\_06.htm](http://www.perceptnet.com/not210_06.htm).
- [16] Álvarez, L.M. Universidad de Murcia. Facultad de Informática. Integración de Técnicas Avanzadas de web semántica para diseño y visualización. España 2010
- [17] Glosario de términos bibliotecológicos y de Ciencias de la Información. [http://www.uh.cu/facultades/fcom/portal/interes\\_glosa\\_terminos.htm](http://www.uh.cu/facultades/fcom/portal/interes_glosa_terminos.htm).
- [18] Pérez, R. Y. Coutín D. A. La gestión del conocimiento: un nuevo enfoque en la gestión empresarial. *Acimed* 2005; 13(6). Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13\\_6\\_05/aci04605.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci04605.htm)
- [19] Fernández, A. I. Nuevas tecnologías de la información y la comunicación. En: Seminario sobre la Transformación Universitaria en Vísperas del Tercer Milenio. Memorias del Simposio AUGM/SM/ UDUAL. CRESALC-UNESCO; junio 1996; Caracas, Venezuela. Caracas: CRESALC-UNESCO, 1996. p. 60.
- [20] Véllez, M. Pedraza, R. El Procesamiento del Lenguaje Natural en la Recuperación de Información Textual y áreas afines. Núm. 5, mayo 2007. <http://www.hipertext.net/web/pag277.htm>.
- [21] Best Management Practice. <http://www.best-management-practice.com/>.
- [22] ISO Standards. <http://global.ihs.com>.
- [23] Mcleod, R. *Sistemas de Información Gerencial*. Editorial Pearson Educación. Séptima Edición. 2003.
- [24] Timmers, P. *Business Models for Electronic Markets*, European Commission, Directorate-General III. 1998.
- [25] Osterwalder, A. *The Business Model Ontology – A proposition in a Design Science Approach*. Ecole des Hautes Etudes Commerciales. Lausanne. Université de Lausanne. 2004.
- [26] Fadel, G. F. Fox, M. G. *A Generic Enterprise Resource Ontology*. <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/fadel-wetice94.pdf>. Department of Industrial Engineering, University of Toronto
- [27] *Knowledge Sharing and Organization by Multiple Ontologies*. <http://www-kasm.nii.ac.jp/papers/motoyu-t/pdf/skw97.pdf>. KasM: Knowledge-as-Media Research Group. University of Advanced Studies (Sokendai), and Tokyo Institute of Technologies. Japan. Motoyuki Takaai, Hideaki Takeda, and Toyoaki Nishida
- [28] Fox, M. Kiml, H. *Using Enterprise Reference Models for Automated ISO 9000 Compliance Evaluation*. <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/Kim-HICSS02.pdf>. Schulich School of Business, York University, 4700 Keele St., Toronto, Ontario Canada . Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto.
- [29] Pérez, Partridge, C. Sterfanova, M. *The BORO Program LADSEB CNR, Italy. A Synthesis of State of the Art Enterprise Ontologies*. Revisión estado del arte. <http://cersi.luiss.it/oesseo2001/papers/29.pdf>.
- [30] Peña, A. A. *Interfases Hombre-Máquina: Basadas en el Lenguaje Natural*. México, D.F.: Dirección de Publicaciones Revillagigedo 83, Centro Histórico, 06070, México, D.F. 2008.

- [31] Moreno, L. Boronat, et al., "Introducción al procesamiento del lenguaje natural," Introducción al procesamiento del lenguaje natural, 1999.
- [32] Tomás, D. "Sistemas de clasificación de preguntas basados en corpus para la búsqueda de respuestas," Procesamiento de Lenguaje Natural, vol. 44, 2010
- [33] Celaá, D. "Sistema de respuesta automática basado en recursos semánticos," 2010
- [34] Vicedo, J. L. et al., "Los sistemas de Búsqueda de Respuestas desde una perspectiva actual," Revista de la Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural, pp. 351-367, 2003
- [35] T. D. Díaz, "Sistemas de clasificación de preguntas basados en corpus para la búsqueda de respuestas," Procesamiento del lenguaje natural, vol. 44, pp. 155-156, 2010.
- [36] Romá-Ferri, M., T., et al (2011). "OntoFIS as a NLP Resource in the Drug-Therapy Domain: Design Issues and Solutions Applied". Natural Language Processing and Information Systems. Springer. España.
- [37] Lopez, V., V, et al. (2009). interface the Semantic Web, en.scientificcommons.org.
- [38] Ferrández, O., (2008) et al., "Un sistema de búsqueda de respuestas basado en ontologías, implicación textual y entornos reales,"
- [39] Urquijo, Y., (2009). "Análisis y Diseño de un Agente Semántico Basado en Ontologías para el Dominio de la Salud.
- [40] Guzen, E., et al., (2008). "Natural Language Querying for Video Databases," Information Sciences, vol. 178, pp. 2534-2552.
- [41] Plaza, L., "Generación Automática de Resúmenes con Apoyo en Ontologías Aplicada al Dominio Biomédico". Universidad Complutense de Madrid. 2008.
- [42] Popescu, A, et al. "Hacia una Teoría de las Interfaces de Lenguaje Natural para Bases de Datos". Universidad de Washington. International Conference on Intelligent User Interfaces
- [43] Peña, A.A. Lenguaje Natural: Descripción de las Etapas para su Tratamiento. Instituto Politécnico Nacional. México. 2006. [http://www.wolnm.org/apa/articulos/Lenguaje\\_Natural.pdf](http://www.wolnm.org/apa/articulos/Lenguaje_Natural.pdf).
- [44] Lenguajes Naturales y Lenguajes Formales. <http://lorien.die.upm.es/juancho/pfcs/DPF/capitulo2.pdf>.
- [45] Moreno, F. Curso de Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales. Departamento de Tecnologías de la Información. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. 2010, 2011. <http://www.uhu.es/francisco.moreno/talf/docs/tema1.pdf>.
- [46] Ríos, A. F. Expresiones Regulares. Tecnológico de la Laguna. México.
- [47] Aho, A. Sethi, R. Ullman, D. Compiladores. Principios, Técnicas y Herramientas. Addison Wesley Longman. Primera Edición. 1990.
- [48] Durán, M.A. Introducción a los Lenguajes Formales. Universidad Autónoma de Nayarit. <http://www.itchetumal.edu.mx/paginasvar/Maestros/mduran/Archivos/Unidad%206%20Introduccion%20a%20los%20lenguajes%20formales.pdf>
- [49] Profesor en Línea. <http://www.profesorenlinea.cl/castellano/VerboEI.htm>

- [50] Lengua y Literatura.  
[http://www.materialesdelengua.org/LENGUA/sintaxis/complementos\\_verbales/complementos\\_verbales.htm](http://www.materialesdelengua.org/LENGUA/sintaxis/complementos_verbales/complementos_verbales.htm).
- [51] El Juego.  
[http://eljuego.free.fr/Fichas\\_gramatica/FG\\_pronombres\\_interrogativos.htm](http://eljuego.free.fr/Fichas_gramatica/FG_pronombres_interrogativos.htm).
- [52] Marconi de A. P. Módulo 2f – Metodologías para Criação de Ontologías.  
<http://www.inf.puc-rio.br/~casanova/INF2328-Topicos-WebBD/modulo2-Ontologias/modulo2f-ontologias-metodologias.PDF>.
- [53] Corcho, O. Fernández, M. et al. Ontology Based Information Exchanged For Knowledge Management and Electronic Commerce. Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.ontoweb.org/About/Deliverables/ppOntoweb.pdf>.
- [54] Guha, R.V. Douglas B. A. Midterm Report.  
[http://www.cyc.com/doc/articles/midterm\\_report\\_1990.pdf](http://www.cyc.com/doc/articles/midterm_report_1990.pdf).
- [55] Metodologías-para-el-desarrollo-de-ontologías.  
<http://mackartuche.wordpress.com>.
- [56] Fernández M. Overview Of Methodologies For Building Ontologies. Universidad Politécnica de Madrid, Laboratorio de Inteligencia Artificial. Facultad de Informática. <http://www.lsi.upc.edu/~bejar/aia/aia-web/4-fernandez.pdf>.
- [57] Ruiz, F. G, Definición de un Entorno para la Gestión del Mantenimiento de Software, Tesis Doctoral Departamento de Informática Universidad de Castilla-La Mancha. <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/psgc/doc/lec/parte1/ruiz-cap5anexos.pdf>.
- [58] Contreras, J. Martínez J. C, Tutorial Ontologías. Universidad Complutense de Madrid. [http://www.sedic.es/qt\\_normalizacion\\_tutorial\\_ontologias.pdf](http://www.sedic.es/qt_normalizacion_tutorial_ontologias.pdf).
- [59] Brigitte B. Szulman,S. TERMINAE: a method and a tool to build a domain ontology, Université de Paris-Nord.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=3DF3A0EEB458219165324CEA26E461F5?doi=10.1.1.22.7575&rep=rep1&type=pdf>.
- [60] Noy, N. et Mcguinness, D. Desarrollo de Ontologías-101: Guía Para Crear Tu Primera Ontología. Septiembre:2005.
- [61] Página Vicerrectoría de Investigaciones Universidad del Cauca.  
[http://investigacion.unicauca.edu.co/vri/index.php?option=com\\_content&task=view&id=159&Itemid=302](http://investigacion.unicauca.edu.co/vri/index.php?option=com_content&task=view&id=159&Itemid=302)
- [62] Diccionario de la Lengua Española. Vigésimo segunda edición.  
[http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=convocatoria](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=convocatoria).
- [63] Propuesta de Investigación (Guía).  
<http://www.quayama.inter.edu/caidocument/Propuesta.pdf>.
- [64] Definición de. <http://definicion.de/proyecto/>.
- [65] KODictionary. Segunda edición digital.  
[http://www.eubca.edu.uy/diccionario/letra\\_i.htm](http://www.eubca.edu.uy/diccionario/letra_i.htm).
- [66] Fadi, G. Fadel, M.S. Fox, M. Generic Enterprise Resource Ontology.  
<http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/fadel-wetice94.pdf>.  
Department of Industrial Engineering, University of Toronto.
- [67] Knowledge Sharing and Organization by Multiple Ontologies. <http://www-kasm.nii.ac.jp/papers/motoyu-t/pdf/skw97.pdf>. KasM: Knowledge-as-Media Research Group. University of Advanced Studies (Sokendai), and Tokyo Institute of Technologies. Japan. Motoyuki Takaai, Hideaki Takeda, and Toyoaki Nishida.

- [68] Osterwalder, A. The Business Model Ontology a Proposition in a Design Science Approach  
<http://www.businessmodeldesign.com/publications/The%20Business%20Model%20Ontology%20a%20proposition%20in%20a%20design%20science%20approach.pdf>. Universite de Lausanne. Ecole Des Hautes Etudes Commerciales.
- [69] Kim, H.M & Fox, M. Using Enterprise Reference Models for Automated ISO 9000 Compliance Evaluation. <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/Kim-HICSS02.pdf>. Schulich School of Business, York University, 4700 Keele St., Toronto, Ontario Canada . Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto,
- [70] Fox, M.S. Grupo Enterprise Integration Laboratory. TOVE Project . University of Toronto <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/index.html>.
- [71] Wang, C. et al., "PANTO: A Portable Natural Language Interface to Ontologies C.," in The Semantic Web: Research and Applications. vol. 4519, E. Franconi, et al., Eds., ed: Springer Berlin / Heidelberg, 2007, pp. 473-487
- [72] Lopez, V. et al., "AquaLog: An ontology-driven question answering system for organizational semantic intranets," Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, vol. 5, pp. 72-105, 2007
- [73] Erozel, G. et al., "Natural language querying for video databases," Information Sciences, vol. 178, pp. 2534-2552, 2008
- [74] Ferrández, Ó. et al., "Addressing ontology-based question answering with collections of user queries," Information Processing & Management, vol. 45, pp. 175-188, 2009
- [75] Kaufmann, E. et al., "Querix: A Natural Language Interface to Query Ontologies Based on Clarification Dialogs," 5th International Semantic Web Conference (ISWC 2006), 2006
- [76] Damljanovic D. and Agatonovic, M. "Natural Language Interfaces to Ontologies: Combining Syntactic Analysis and Ontology-based Lookup through the User Interaction," The Semantic Web: ..., 2010
- [77] Hasany, N. et al., "Querying ontology using keywords and quantitative restriction phrases," Information Technology Journal, vol. 9, pp. 67-78, 2010.
- [78] Betancourt, J. Toma de decisiones: Obtener el Éxito o Eludir el Fracaso, 2005.
- [79] I. Fundación Wikimedia. Toma de Decisiones. 2006. [http://es.wikipedia.org/wiki/Toma\\_de\\_decisiones](http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_decisiones)
- [80] Zeleny, M. Multiple Criteria Decision Making: [www.classwebs.spea.indiana.edu](http://www.classwebs.spea.indiana.edu), 1982.
- [81] Chu, W. C. "La Organización Inteligente," México DF: Edito, 1998.
- [82] González, P. G. and Rodríguez, T. B. "Una Aproximación al Modelo de Toma de Decisiones Usado por los Gerentes de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Ubicadas en Cali, Colombia desde un Enfoque de Modelos de Decisión e Indicadores Financieros y No Financieros." Contaduría Universidad de Antioquia, vol. 52, pp. 131 - 154, 2009.
- [83] Senge, P. La Quinta Disciplina en la Práctica: [www.books.google.com](http://www.books.google.com), 2005.

- [84] J. R. I. C. Empresarial. Gestión por Indicadores de Rendimiento. 2008. <http://www.slideshare.net/enendeavor/toma-de-decisiones-a-travs-de-indicadores-integration>
- [85] Jaramillo, C. P. "Los indicadores de Gestión," Artículo. <http://www.tablerodecomando.com>, 2008.
- [86] Agudelo, A. I. Indicadores de Gestión - Ministerio de Minas y Energía. [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CFQQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.minminas.gov.co%2Fminminas%2Fdownload%2FUserFiles%2FFile%2FPlaneacion%2FMECI%2FIndicadores%2520de%2520gestion%2520MME.ppt&ei=URraT5LkNlyk8ASH6YTuBQ&usq=AFQjCNGRIvk27N3\\_02IciUkuHaZmL\\_56yQ&sig2=liRn-DDHsbC-Oyt37XWPvQ](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CFQQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.minminas.gov.co%2Fminminas%2Fdownload%2FUserFiles%2FFile%2FPlaneacion%2FMECI%2FIndicadores%2520de%2520gestion%2520MME.ppt&ei=URraT5LkNlyk8ASH6YTuBQ&usq=AFQjCNGRIvk27N3_02IciUkuHaZmL_56yQ&sig2=liRn-DDHsbC-Oyt37XWPvQ)
- [87] C. A. M. C, "Indicadores de Efectividad y Eficacia," Documentos Planning - Publicación Periódica Coleccionable, p. 4, 1998.
- [88] Charnes, A. Cooper, W. and Rhodes, E. "Measuring the efficiency of decision making units," European journal of Operational Research 2, vol. 2, pp. 429 - 444, 1978.
- [89] Eisenhardt, K. "Making fast strategic decisions in high-velocity environments," Academy of Management journal, 1989.
- [90] Paul, S. Haseman, W. D. and Ramamurthy, K. "Collective memory support and cognitive-conflict group decision-making: an experimental investigation," Decision Support Systems, vol. 36, pp. 261-281, 2004.
- [91] Triantaphyllou, E. and Lin, C.-T. "Development and evaluation of five fuzzy multiattribute decision-making methods," International Journal of Approximate Reasoning, vol. 14, pp. 281-310, 1996.
- [92] Rosales, L. P. P. "Propuestas de lógica difusa para la toma de decisiones," Política y Cultura Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, 2000.
- [93] Ruíz, D.A. Belalcazar, J.A. Propuesta Arquitectónica para la Búsqueda de Información Organizacional Basado en una Aproximación al Lenguaje Natural y Ontologías. Proyecto de Pregrado en Ingeniería de Sistemas. Universidad del Cauca. 2012.
- [94] Hasany, N. et al., "Querying ontology using keywords and quantitative restriction phrases," Information Technology Journal, vol. 9, pp. 67-78, 2010.
- [95] Paños, A. Á. "Reflexiones sobre el papel de la información como recurso competitivo de la empresa," Facultad de Ciencias de la Documentación Universidad de Murcia, vol. 2, 1999.
- [96] Yuste, A. R. "Evaluación de Sistemas de Búsqueda y Validación de Respuestas," Tesis Doctoral, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2010.
- [97] Yang, Y. "An Evaluation of Statistical Approaches to Text Categorization," Information retrieval, vol. 1, pp. 69-90, 1999.
- [98] E. Kaufmann and A. Bernstein, "How useful are natural language interfaces to the semantic web for casual end-users?," 2007, pp. 281-294