



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**Facultad de Comunicación y Documentación**

**Departamento de Información y Comunicación**



**UNIVERSIDAD DE LA HABANA**

**Facultad de Comunicación**

**Departamento de Ciencias de la Información**

## **TESIS DOCTORAL**

# **Modelo Ontológico de recuperación de información para la toma de decisiones en Gestión de Proyectos**

**Departamento de Información**

**Y Comunicación**

**Autor: MsC. Anisleiby Fernández Hernández**

**Directora: Dra. Ma José López- Huertas Pérez**

**Granada, Noviembre de 2015**

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales  
Autor: Anisleiby Fernández Hernández  
ISBN: 978-84-9125-682-3  
URI: <http://hdl.handle.net/10481/43409>

## *Pensamiento*

*“Si he logrado ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes”*

*Isacc Newton*

## *Agradecimientos*

*A mi directora de tesis Dra. María José López- Huertas Pérez por ser mi guía en todo momento, por ser la excelente profesional que es, por su sabiduría, su dedicación, paciencia y buenos consejos que me ayudaron a llegar a este momento.*

*A la Dra. Gloria Ponjúan Dante por guiarnos en este camino largo, por creer en mí y por ser ejemplo desde nuestra Universidad.*

*A mis directores a la distancia Dr. Gustavo Rodríguez Bárcenas y Dr. Pedro Yobanis Piñero Pérez mi querido jefe que tanto lucha por nosotros.*

*A mis padres por haberme dado la vida y sostenerme, los amo con todas mis fuerzas.*

*A mi familia por su preocupación y apoyo, los que están cerca y lejos, mis tíos, mis tías, mis primos, mis abuelitos que ya no están, pero seguro estarían orgullosos.*

*A mis compañeros de trabajo, todos son geniales, gracias por su apoyo y por aportar cada uno un granito de arena, especialmente Alena, Isamira y Felix.*

*A mis amigos y amigas por entenderme en esta difícil etapa de ausencia, de pesares, por soportar mis cambios de humor, por alentarme y creer en mí.*

*A mis compis de la Universidad Yudi, Sergin, Yeimi y del doctorado, algunos que ya han llegado a la meta, Ameh, Yudeisy, Keilyn, Fefi, Yorbelys, Soleidy, María del Carmen por recibirnos en su centro y en especial a mi Yuyú compañera y amiga que en la distancia siempre nos dimos aliento.*

*A todos los que ocuparon, ocupan y ocuparán un lugar importante en mi vida y un espacio en mi corazón en las diferentes etapas.*

## *Dedicatoria*

*A mi hijito querido que es mi vida entera, por sacrificar parte de su tiempo, para que se sienta orgulloso de su madre y siga su ejemplo.*

*A la memoria de mi tía querida, que aunque no esté en presencia, vive por siempre en mi corazón, gracias por ayudarme a dar el salto.*

# Reconocimiento especial

A la Asociación Universitaria de Posgrado AUIP, por todo el apoyo al Programa Doctoral Colaborativo.

## RESUMEN

En muchas organizaciones ocurren pérdidas considerables de recursos por el mal manejo, uso y gestión de la información y del conocimiento. La incongruencia en los resultados, falta de estandarización de estructuras, calidad, consistencia y disponibilidad en los datos son evidencias de ello. Por tanto, la complejidad inherente al proceso de representación y Organización del Conocimiento es evidente, entre otras cosas, porque actualmente se ha producido un cambio en la forma de producir conocimiento. Las Ontologías en este sentido juegan un papel preponderante, son usadas tanto para representar y organizar el conocimiento como para lograr una recuperación efectiva de la Información, a partir de la estructuración del conocimiento. El objetivo de esta investigación es desarrollar un Modelo para el diseño y construcción de un sistema de recuperación de información basado en Ontologías. Las rutas de análisis que se defienden asumen un estudio teórico de la forma de modelar Sistemas de Organización de Conocimientos, especialmente basados en Ontologías, por ende, se realiza un estudio referente a la Organización del Conocimiento como disciplina, así como sistemas actuales basados en Ontologías para la recuperación de la información y Modelos Ontológicos. Para implementar y validar el Modelo se construyó un Sistema de Información basado en Ontologías, aplicado al dominio de conocimiento Gestión de Proyectos, atendiendo a su estructura y procesos fundamentales para su representación ontológica. Se evalúa el Modelo mediante la integración del Sistema de Información basado en Ontologías al Sistema de Gestión de Proyectos Xedro Gespro, probando la efectividad de la Ontología, ante las interrogantes emitidas por los usuarios al Sistema. A partir de la propuesta realizada, según resultados obtenidos, se mejora la calidad de la información del Sistema de Gestión de Proyectos, a través de la organización y estructuración de la información para la toma de decisiones. Finalmente se arriba a conclusiones y trabajos futuros para incrementar la calidad y efectividad de respuestas del Sistema de Información basado en Ontologías a través de la introducción de nuevos modelos de preguntas para el procesamiento de las consultas en lenguaje natural.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>CAPÍTULO I: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</i> .....	14
I 1 Exposición de los principios de trabajo seguidos en la investigación .....	19
I 2 Resultados esperados /beneficios .....	20
I 3 Novedad de la investigación .....	20
I 4 Limitaciones .....	20
I 5 Enfoque teórico-metodológico de la investigación .....	21
I 6 Estructura de la tesis.....	22
<i>CAPÍTULO II: INTRODUCCIÓN</i> .....	24
II 1 Sistemas de Organización de Conocimientos basados en Ontologías.....	24
II 1.1 Organización del conocimiento.....	24
II 1.2 Sistemas de Organización de Conocimientos .....	25
II 1.3 Sistemas de Organización de Conocimientos. Las Ontologías .....	32
II 1.3.1 Concepto de Ontología .....	32
II 1.3.2 Elementos de una Ontología .....	34
II 1.3.3 Principios para el diseño de Ontologías.....	35
II 1.3.4 Uso y utilidad de las Ontologías.....	36
II 1.3.5 Tipos de Ontologías .....	37
II 1.3.6 Metodologías y métodos para la Construcción de Ontologías .....	38
II 1.3.7 Herramientas y lenguajes para la construcción de Ontologías .....	42
II 1.3.8 Las Ontologías y los sistemas de información .....	48
II 1.3.8.1 El rol de las Ontologías en los SI .....	49
II 1.3.8.2 Modelos ontológicos de los Sistemas de Información .....	53
II 1.3.8.3 La Ontología en el contexto del análisis del dominio .....	53
II 1.3.8.4 Sistemas actuales basados en Ontologías .....	56
II 2 Aplicación de Ontologías en Sistemas de Gestión del conocimiento .....	61
II 3 El uso de Ontologías en Sistemas para la toma de decisiones .....	62
II 3.1 La Toma de decisiones. Aproximaciones teóricas.....	62
II 3.2 La toma de decisiones en las organizaciones.....	65
II 3.3 Gestión del conocimiento en la organización y procesos de decisión .....	68
II 3.4 Sistemas de soporte a las decisiones .....	72
II 4 Gestión de Proyectos .....	74
II 4.1 La dimensión multidisciplinaria de la Gestión de Proyectos.....	75
II 4.1.1 La Gestión y sus diferentes acepciones .....	75
II 4.1.2 Definición de Proyecto.....	76
II 4.1.3 Los proyectos y su tipología.....	79

II 4.1.4 Los procesos en la Gestión de Proyectos.....	82
II 4.1.5 Ciclo de vida y fases de un proyecto.....	87
II 4.1.6 La evaluación en la Gestión de Proyectos. ....	90
II 4.1.7 Planificación estratégica y control del proyecto.....	93
II 4.1.8 Las Áreas de conocimiento en la Gestión de Proyectos. ....	95
II 4.1.9 Sistemas de Información de Gestión de Proyectos. ....	96
II 4.2 Principales escuelas de Gestión de Proyectos. ....	98
II 5 Contexto de estudio.....	110
II 5.1 Descripción del Sistema Xedro Gespro .....	111
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>121</b>
III 1 Materiales empleados en la investigación.....	121
III 1.1 Materiales de corte documental.....	121
III 1.1.1 Fuentes documentales consultadas .....	121
III 1.2 Materiales relacionados con los recursos humanos .....	124
III 1.3 Materiales relacionados con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) .....	126
III 2 Métodos y técnicas utilizados en la investigación .....	129
III 2.1 Métodos generales .....	129
III 2.1.1 Análisis documental clásico .....	131
III 2.1.2 Método de modelación del Sistema .....	131
III 2.1.3 Método de enfoque de sistema .....	132
III 2.2 Metodología para la concepción del Modelo ontológico de sistema de recuperación de información (MOSRI).....	132
III 2.3 Métodos aplicados al estudio de los participantes.....	133
III 2.3.1 Técnica de Cuestionarios .....	134
III 2.3.1.1 Variables consideradas en las encuestas .....	138
III 2.4 Lenguajes de programación utilizados.....	154
III 2.5 Frameworks utilizados .....	156
III 2.6 Metodología utilizada en los procesos de evaluación .....	157
III 2.6.1 Técnicas empleadas para la evaluación del Modelo general .....	157
III 2.6.2 Técnicas aplicadas para evaluar la Ontología resultante.....	157
III 2.6.3 Técnicas aplicadas para evaluar el Sistema de Información basado en Ontologías .....	160
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>162</b>
IV 1 Modelo para el diseño y construcción de un Sistema de recuperación de información basado en Ontologías para la Gestión de Proyectos como apoyo a la toma de decisiones .....	162
IV 1.1 Representación gráfica del Modelo (MOSRI).....	162
IV 1.2 Estructura y complementos del Modelo.....	164
IV 1.2.1 Sección I. Ontología .....	164
a) Análisis del dominio.....	164
b) Conceptualización o definición terminológica del dominio. ....	172
c) Formalización .....	181
IV 1.2.2 Sección II. Interfaz de usuario .....	184
a) Representación del funcionamiento lógico del Sistema de Información basado en Ontologías. ..	185

b)	Análisis y diseño del Sistema de Información basado en Ontologías.....	186
c)	Implementación del Sistema de Información basado en Ontologías.....	202
d)	Pruebas del Sistema de Información basado en Ontologías .....	207
IV 2	Validación de los resultados obtenidos .....	220
IV 2.1	Resultados de la evaluación del Modelo MOSRI .....	220
IV 2.2	Resultados de la Evaluación de la Ontología .....	223
IV 2.3	Resultados de la evaluación del Sistema de Información basado en Ontologías.....	231
IV 3.1	Resultados de la aplicación del SIBO en la red de centros de la UCI.....	235
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....</b>		<b>237</b>
V 1	Conclusiones .....	237
V 2	Trabajos futuros.....	238
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>241</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>254</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<i>Figura 1 Triángulo esencial de las Ontologías en relación con los sistemas de información (Codina &amp; Pedraza, 2011).</i> .....	34
<i>Figura 2 Arquitectura del sistema MKBEEM (Castells et al., 2004).</i> .....	57
<i>Figura 3 Interfaz de usuario MKBEEM (Castells et al., 2004).</i> .....	57
<i>Figura 4 Característica de la toma de decisiones (Rodríguez &amp; López-Huertas, 2013)</i> .....	63
<i>Figura 5 Componentes del PMBoK y sus relaciones.</i> .....	82
<i>Figura 6 Grupos de procesos de gestión y sus relaciones (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009 p. 12)</i> 83	
<i>Figura 7 Ciclo de vida de un proyecto (Pressman, 2005)</i> .....	87
<i>Figura 8 Secuencia de fases típica en un ciclo de vida del proyecto (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009)</i> .....	88
<i>Figura 9 Fases y ciclo de vida de un proyecto</i> .....	90
<i>Figura 10 Funciones de un sistema de información (Laudon, et al., 2012).</i> .....	97
<i>Figura 11 Modelo de Procesos PRINCE2 (Fernández, 2012)</i> .....	104
<i>Figura 12 Reporte implementado por el Programa de Mejora (Lugo, 2012)</i> .....	109
<i>Figura 13 Vista integrada de los componentes fundamentales de Gespro v1.0 (Piñero et al., 2013)</i> .....	112
<i>Figura 14 Sistema de trabajo integrado (Piñero et al., 2013).</i> .....	113
<i>Figura 15 Arquitectura de un Almacén de Datos (Bernabeu, 2010)</i> .....	116
<i>Figura 16 Modelo Ontológico de Sistema de Recuperación de la Información</i> .....	163
<i>Figura 17 Proceso de análisis del dominio</i> .....	164
<i>Figura 18 Rango de edades de los participantes</i> .....	166
<i>Figura 19 Resultados de las variables analizadas del 1-15</i> .....	167
<i>Figura 20 Grado de conocimiento de los expertos en la temática de GP</i> .....	169
<i>Figura 21 Niveles de experticia de los expertos según áreas de conocimiento de GP</i> .....	169
<i>Figura 22 Proceso de conceptualización terminológica del dominio</i> .....	172
<i>Figura 23 Taxonomía de Clases extraídas del PMBoK</i> .....	176
<i>Figura 24 Taxonomía obtenida de la base de datos de proyectos terminados</i> .....	177
<i>Figura 25 Taxonomía final</i> .....	178
<i>Figura 26 Proceso de formalización</i> .....	182
<i>Figura 27 Jerarquía de clases en el Protégé.</i> .....	182
<i>Figura 28 Las propiedades creadas en el Protégé.</i> .....	183
<i>Figura 29 Creación de Atributos.</i> .....	183
<i>Figura 30 Ontología final</i> .....	184
<i>Figura 31 Proceso de Interfaz de usuario.</i> .....	185
<i>Figura 32 Funcionamiento lógico del Sistema</i> .....	185
<i>Figura 33 Diagrama del proceso de interrogar a la Ontología</i> .....	194
<i>Figura 34 Diagrama del proceso de editar la Ontología</i> .....	194
<i>Figura 35 Diagrama de paquetes.</i> .....	196
<i>Figura 36 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Experto</i> .....	197
<i>Figura 37 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Controlador</i> .....	197
<i>Figura 38 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Creador</i> .....	198

<i>Figura 39 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Fachada.....</i>	<i>198</i>
<i>Figura 40 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Singleton .....</i>	<i>199</i>
<i>Figura 41 Diagrama de componentes del SIBO .....</i>	<i>202</i>
<i>Figura 42 Interfaz de usuario .....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 43 Búsqueda avanzada.....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 44 Consultas más buscadas .....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 45 Resultado de una consulta.....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 46 Editor de Ontología.....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 47 Editor de Ontología para crear una clase .....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 48 Evaluación de los principios del Modelo .....</i>	<i>221</i>
<i>Figura 49 Evaluación de los pasos o procesos del Modelo en su concepción teórica.....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 50 Integración de los componentes del Modelo.....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 51 Nivel de respuesta a la información requerida a la Ontología .....</i>	<i>223</i>
<i>Figura 52 Pregunta realizada para encuestar la Ontología.....</i>	<i>225</i>
<i>Figura 53 Pregunta realizada para encuestar la Ontología.....</i>	<i>226</i>
<i>Figura 54 Pregunta realizada para encuestar la Ontología.....</i>	<i>227</i>
<i>Figura 55 Pregunta realizada para encuestar la Ontología.....</i>	<i>228</i>
<i>Figura 56 Pregunta realizada para encuestar la Ontología.....</i>	<i>229</i>
<i>Figura 57 Pregunta realizada para encuestar la Ontología.....</i>	<i>230</i>
<i>Figura 58 Pregunta realizada para encuestar la Ontología.....</i>	<i>231</i>
<i>Figura 59 Resultados de evaluación del Sistema .....</i>	<i>232</i>
<i>Figura 60 Sistema de Información basado en Ontologías desde el Xedro Gespro.....</i>	<i>234</i>
<i>Figura 61 Representación en por cientos de los usuarios encuestados de la herramienta Xedro Gespro 13.05 después de introducir el SIBO.....</i>	<i>235</i>
<i>Tabla 1 Análisis de la variable Sistema de Información basado en Ontologías.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 2 Análisis de variable gestión del conocimiento y Toma de decisiones .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3 Características de los distintos tipos de proyectos (Hernández, 2005).....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 4 Grupo de procesos de gestión (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009).....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 5 Procesos de Gestión de Proyectos (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009) .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 6 Procesos de Gestión de Proyectos (conti.) (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009).....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 7 Procesos de Gestión de Proyectos (final) (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009).....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 8 Qué es CMMI (Grupo SIE center del Tecnológico de Monterrey, 2008).....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 9 Áreas de proceso de CMMI for Development (Rodríguez, 2013) .....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 10 Informe de Desempeño en Formato de Cuadro (Instituto de Gestión de Proyectos, 2013).....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 11 Relación de expertos .....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 12 Criterios de selección de la literatura .....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 13 Resultados del grado de conocimiento .....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 14 Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus cráteres .....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 15 Patrón de factores para el cálculo del coeficiente de argumentación.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 16 Cuestionario aplicado a los participantes .....</i>	<i>143</i>

<i>Tabla 17 Preguntas para medir la recuperación de la información en la Ontología</i> .....	158
<i>Tabla 18 Cuestionario aplicado para evaluar la calidad de la Ontología basado en el Modelo de Ramos (2009)</i> .....	160
<i>Tabla 19 Pruebas de usabilidad al Sistema</i> .....	161
<i>Tabla 20 Selección de clases, subclases y atributos</i> .....	171
<i>Tabla 21 Glosario de Términos</i> .....	173
<i>Tabla 22 Diccionario de Conceptos</i> .....	174
<i>Tabla 23 Descripción de los Atributos</i> .....	179
<i>Tabla 24 Descripción de los Individuos del primer nivel de la taxonomía</i> .....	179
<i>Tabla 25 Descripción de las Reglas</i> .....	180
<i>Tabla 26 Descripción de los Axiomas</i> .....	181
<i>Tabla 27 Actores del sistema</i> .....	186
<i>Tabla 28 Historia de usuario 1</i> .....	187
<i>Tabla 29 Historia de usuario 2</i> .....	187
<i>Tabla 30 Historia de usuario 3</i> .....	188
<i>Tabla 31 Historia de usuario 4</i> .....	188
<i>Tabla 32 Historia de usuario 5</i> .....	189
<i>Tabla 33 Historia de usuario 6</i> .....	189
<i>Tabla 34 Historia de usuario 7</i> .....	190
<i>Tabla 35 Plan de entrega</i> .....	190
<i>Tabla 36 Estimación del esfuerzo por historia de usuario</i> .....	191
<i>Tabla 37 Historias de usuarios planificadas para la primera iteración</i> .....	191
<i>Tabla 38 Historias de usuarios planificadas para la segunda iteración</i> .....	192
<i>Tabla 39 Historias de usuarios planificadas para la tercera iteración</i> .....	192
<i>Tabla 40 Historias de usuarios planificadas para la cuarta iteración</i> .....	192
<i>Tabla 41 Tipos de preguntas</i> .....	193
<i>Tabla 42 Tarjeta CRC 1</i> .....	199
<i>Tabla 43 Tarjeta CRC 2</i> .....	200
<i>Tabla 44 Tarjeta CRC 3</i> .....	200
<i>Tabla 45 Tarjeta CRC 4</i> .....	200
<i>Tabla 46 Tarjeta CRC 5</i> .....	200
<i>Tabla 47 Tarjeta CRC 6</i> .....	200
<i>Tabla 48 Tarjeta CRC 7</i> .....	201
<i>Tabla 49 Tarjeta CRC 8</i> .....	201
<i>Tabla 50 Tarjeta CRC 9</i> .....	201
<i>Tabla 51 Tarjeta CRC 10</i> .....	201
<i>Tabla 52 Tarjeta CRC 11</i> .....	201
<i>Tabla 53 Tarjeta CRC 12</i> .....	201
<i>Tabla 54 Ejemplo de preguntas para Modelo 1</i> .....	203
<i>Tabla 55 Ejemplo de preguntas para Modelo 2</i> .....	203
<i>Tabla 56 Ejemplo de preguntas para Modelo 3</i> .....	204
<i>Tabla 57 Caso de prueba de aceptación #1</i> .....	208

<i>Tabla 58 Caso de prueba de aceptación #2</i> .....	208
<i>Tabla 59 Caso de prueba de aceptación #3</i> .....	209
<i>Tabla 60 Caso de prueba de aceptación #4</i> .....	209
<i>Tabla 61 Caso de prueba de aceptación #5</i> .....	210
<i>Tabla 62 Caso de prueba de aceptación #6</i> .....	210
<i>Tabla 63 Caso de prueba de aceptación #7</i> .....	211
<i>Tabla 64 Caso de prueba de aceptación #8</i> .....	211
<i>Tabla 65 Caso de prueba de aceptación #9</i> .....	212
<i>Tabla 66 Caso de prueba de aceptación #10</i> .....	213
<i>Tabla 67 Caso de prueba de aceptación #11</i> .....	214
<i>Tabla 68 Caso de prueba de aceptación #12</i> .....	214
<i>Tabla 69 Caso de prueba de aceptación #13</i> .....	215
<i>Tabla 70 Caso de prueba de aceptación #14</i> .....	215
<i>Tabla 71 Caso de prueba de aceptación #15</i> .....	216
<i>Tabla 72 Caso de prueba de aceptación #16</i> .....	216
<i>Tabla 73 Caso de prueba de aceptación #17</i> .....	217
<i>Tabla 74 Caso de prueba de aceptación #18</i> .....	217
<i>Tabla 75 Caso de prueba de aceptación #19</i> .....	218
<i>Tabla 76 Caso de prueba de aceptación #20</i> .....	218
<i>Tabla 77 Caso de prueba de aceptación #21</i> .....	218
<i>Tabla 78 Caso de prueba de aceptación #22</i> .....	219
<i>Tabla 79 Lista de chequeo #1 (Ocampo, 2011)</i> .....	219
<i>Tabla 80 Resumen de los casos de pruebas de aceptación por iteración</i> .....	233
<i>Tabla 81 Resultados de la aplicación de la encuesta</i> .....	235

## **CAPÍTULO I: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

En la sociedad actual, la información disponible es cada vez mayor. Esto irá en aumento y, por tanto, se hará más difícil manejarla, mantenerla y entenderla. Actualmente ya se han empezado a aplicar técnicas de IA en documentación para superar los límites de los métodos clásicos existentes. El campo en el que más se han utilizado es en el de la recuperación de información, debido a que el aumento de ésta hace inviable el uso de métodos tradicionales.

En este sentido el ámbito de la representación y recuperación de la información ha tenido que asumir el impacto de Internet y sus tecnologías asociadas, en especial las usadas en la Web. Estos cambios en la tecnología están conduciendo a una progresiva digitalización del campo de la representación y recuperación de información que afecta por igual a los recursos de información, las herramientas de representación y recuperación y a los requerimientos de los usuarios.

En la literatura especializada, se analizan como herramientas para la representación y recuperación de información taxonomías, sistemas de clasificación, bases de datos léxicas, tesauros, bases de conocimiento, mapas conceptuales y Ontologías, entre otros. Dentro de este amplio espectro de herramientas, las Ontologías son las que con más frecuencia se usan de acuerdo con la bibliografía especializada. Todas estas herramientas colaboran en la descripción de los diferentes recursos de información y en su posterior recuperación, en términos de efectividad, rapidez y facilidad de acceso a la información y como bases de conocimiento.

Por tanto, las Ontologías están ocupando un lugar importante en la Ingeniería del Conocimiento. Muchas soluciones, en distintas áreas, aprovechan las bondades que éstas brindan para organizar el conocimiento en dominios específicos.

Las Ontologías son el estudio de las categorías de las cosas que existen o podrían existir en cierto dominio. En la última década, este término ha ganado relevancia entre los Ingenieros de Conocimiento tomando una interpretación particular; y es por ello que, en 1995, Guarino y Giaretta proponen utilizar la palabra “Ontología” (con O mayúscula) para referirse a ella en el contexto de la Ingeniería del Conocimiento (Guarino & Giaretta, 1995).

Es común que cada comunidad que desarrolla Ontologías adopte una definición propia dependiendo de sus necesidades. Entre las tantas definiciones que se pueden encontrar, la más aceptada es la propuesta por Gruber (Gruber, 1993): “una Ontología es una especificación formal y explícita de una

conceptualización compartida”. Los términos utilizados en esta definición se basan principalmente en lo siguiente:

- Conceptualización: Modelo abstracto de un fenómeno, que puede ser visto como un conjunto de reglas informales que restringen su estructura. Por lo general se expresa como un conjunto de conceptos (entidades, atributos, procesos), sus definiciones e interrelaciones.
- Formal: Organización teórica de términos y relaciones usados como herramienta para el análisis de los conceptos de un dominio.
- Compartida: Se refiere a la captura del conocimiento consensual que es aceptado por una comunidad.
- Explícita: Conciernen a la especificación de los conceptos y a las restricciones sobre éstos (Grüninger, 1995; Uschold, 2007).

En el 2001, Hendler propone la siguiente definición: “una Ontología es un conjunto de términos de conocimiento, que incluye un vocabulario, relaciones y un conjunto de reglas lógicas y de inferencia sobre un dominio en particular” (Hendler, 2001). La importancia de la definición de Hendler son las relaciones y el conjunto de reglas, expresando que las Ontologías describen el significado de las relaciones entre conceptos y permiten de alguna manera formas de razonamiento.

Las Ontologías exhiben características especiales para la representación del conocimiento y el procesamiento de éste en sistemas inteligentes. Según (Chandrasekaran, 1999; Gruber, 1993; Guarino & Giaretta, 1995; McGuinness, 2004; G. e. a. Schreiber, 2000) destacan las siguientes:

- Las Ontologías proveen un vocabulario común y sin ambigüedades para referirse a los términos en el área aplicada, pudiéndose compartir o reutilizar éstos entre diferentes aplicaciones que hagan uso de la Ontología.
- Además de un vocabulario común, especifican una taxonomía o herencia de conceptos que establecen una categorización o clasificación de las entidades del dominio. Una buena taxonomía es simple y fácil de recordar, separa sus entidades de forma mutuamente excluyente, y define grupos y subgrupos sin ambigüedad.
- El vocabulario y la taxonomía representan un marco de trabajo conceptual para el análisis, discusión o consulta de información de un dominio.
- Una Ontología incluye una completa generalización/especificación de sus clases y subclases, las cuales están formalmente especificadas (incluyendo sus relaciones e instancias) asegurando la consistencia en los procesos deductivos.

- Las Ontologías son implementadas en un lenguaje específico de representación Ontológica (ontology representation languages) de manera que la especificación de sus clases, relaciones entre éstas y sus restricciones dependerán de las características de dicho lenguaje.

Por tanto, una Ontología, como sistema basado en el conocimiento, es un lenguaje controlado que representa un conocimiento que puede utilizarse como una forma de preservación del mismo por parte de los expertos o no, en cualquier campo de aplicación, permitiendo una gestión rápida, eficaz de la información para su recuperación, uso y reutilización para la toma de decisiones.

Una organización inteligente fundamenta el éxito en el logro de sus objetivos, en la definición de estrategias para conservar y desarrollar su conocimiento, pero inevitablemente existen muchas organizaciones donde se tienen diversos problemas para gestionarlo de manera adecuada. Una buena gestión del capital intelectual permite lograr un mejor aprovechamiento del conocimiento organizacional, por lo cual es importante contar con medios que fomenten su creación y disseminación para llevar a cabo la toma de decisiones.

Para ordenar sus trabajos, las organizaciones pueden orientar sus objetivos de producción hacia la gestión por proyectos. Un proyecto es un conjunto de procesos constituidos por actividades cotejadas, con fechas de inicio y fin, definidas para conseguir un objetivo, que puede ser la obtención de un producto o servicio determinado. La aplicación apropiada de conocimientos, procesos, técnicas, habilidades y herramientas tiene un impacto significativo en el éxito de los proyectos (Institute, 2013).

Las insuficiencias en la Gestión de Proyectos (GP), es causa de innumerables pérdidas económicas y atrasos en proyectos con elevado impacto social. Esferas como la construcción, la exploración minera, las telecomunicaciones y la informática han estado marcadas por proyectos con dificultades en la planificación, el control y su seguimiento. Asociado además a la gestión de los proyectos de inversión se identifican problemas de seguridad que pueden comprometer el desarrollo y la seguridad, tanto de empresas como de estados y gobiernos (Piñero, 2013).

Entre las principales causas de estos efectos está la falta de conocimiento en el control y seguimiento de proyectos, así como las debilidades de las herramientas para la toma de decisiones en la Gestión de Proyectos, expresadas en carencias en las áreas de conocimiento e insuficiencias para el tratamiento de la incertidumbre de los datos y la ambigüedad en los conceptos. Lo cual trae consigo duplicidad y heterogeneidad de la información, por la falta de integración de la misma, diferencias en los conceptos utilizados para el intercambio de información, causando incongruencias en los

resultados, falta de estandarización de estructuras, calidad, consistencia y disponibilidad en los datos.

Estas situaciones ocurren mayormente en ambientes empresariales de desarrollo de software con los Sistemas de Gestión de Proyectos que manejan grandes volúmenes de información. Los cuales necesitan dar respuestas rápidas y concretas. Hoy en día estos Sistemas dependen de una buena recuperación de la información del dominio que gestionan para poder dar paso a eficientes decisiones, que permitan el avance paulatino de la creación de proyectos, así como un mejor control y corrección de los errores futuros basándose en los errores pasados de otros proyectos terminados.

En las últimas décadas se han desarrollado disímiles herramientas clasificadas para la GP gracias al cuadrante mágico de Gartner. Gartner analiza las herramientas desde el marco de las tecnologías de información y las define como un proceso de entendimiento entre la estrategia y el Modelo de gestión de los proyectos (Vega, 2014). Mucha de estas herramientas contienen funcionalidades de recuperación de la información y análisis pudiéndose considerar como Sistemas de Información. Si bien muchas de ellas implementan funcionalidades, no siempre satisfacen las expectativas, por temas como la devolución de la información, niveles directivos para el apoyo a la toma de decisiones, la adaptación a las normas o metodologías para la GP.

A raíz de la evolución de nuevos paradigmas arquitectónicos y tecnologías de desarrollo de software se crea en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en Cuba, el Centro de Consultoría Tecnológica y desarrollo de Arquitecturas Empresariales (CDAE). Este Centro tiene como misión fundamental ofrecer servicios de consultoría a organizaciones que ejecutan iniciativas de interoperabilidad e integración de sistemas, empleando Arquitecturas Orientadas a Servicios en el contexto del desarrollo de su Arquitectura Empresarial, buscando optimizar sus procesos de negocio, elevar la eficiencia operacional y alinear las Tecnologías de la Información con sus objetivos de negocio, como una actividad generadora de recursos financieros para el país, sobre todo en el capital intelectual.

Por tales razones se plantea el siguiente problema a resolver:

¿Cómo contribuir a la gestión del conocimiento en Gestión de Proyectos para la toma de decisiones a partir de la representación, organización y estructuración de la información para su posterior recuperación?

**Objetivo General:** Proponer un Modelo para el diseño y construcción de un sistema de recuperación de información como apoyo a la toma de decisiones en Gestión de Proyectos basado en Ontologías.

**Objeto de Estudio:** Sistemas de recuperación de información para la toma de decisiones basados en Ontologías.

**Campo de Acción:** Modelación de los sistemas de recuperación de información.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar los referentes teóricos –metodológicos necesarios para conocer el estado de los Modelos de recuperación de información para la toma de decisiones basados en Ontologías.
- Diseñar y construir un Modelo para el desarrollo del sistema recuperación de información para la toma de decisiones basado en Ontologías.
- Evaluar el sistema de recuperación de información para la toma de decisiones basado en Ontologías integrado a un sistema integral para la Gestión de Proyectos.

**Hipótesis:** Si se desarrolla un Modelo de sistema de recuperación de información basado en Ontologías, entonces se contribuirá a la gestión del conocimiento y al apoyo en la toma de decisiones para la Gestión de Proyectos.

**Variable independiente:** Sistema de recuperación de información basado en Ontologías.

**Variable dependiente:** La gestión del conocimiento y el apoyo a la toma de decisiones.

**Tabla 1 Análisis de la variable Sistema de Información basado en Ontologías**

Variable Independiente	Dimensiones	Indicador	Unidad
Sistema de recuperación de información basado en Ontologías	Cubrimiento de la información recuperada por área de conocimiento	Gestión de Alcance	Total Parcial Nula
		Gestión del Tiempo	Total Parcial Nula
		Gestión de la Calidad	Total Parcial Nula
		Gestión de Costo	Total Parcial Nula
		Gestión de Recursos Humano	Total Parcial Nula
		Gestión de Riesgos	Total Parcial Nula
		Gestión de las Comunicaciones	Total Parcial Nula
		Gestión de la Integración	Total Parcial Nula
		Gestión de las Adquisiciones	Total Parcial Nula
Gestión de los Interesados	Total Parcial Nula		

**Tabla 2 Análisis de variable gestión del conocimiento y Toma de decisiones**

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicador	Unidad
La gestión del conocimiento y el apoyo a la toma de decisiones	Disponibilidad de la información para la gestión del conocimiento y el apoyo a la toma de decisiones	Tiempo de respuesta del sistema	Segundos Minutos Horas
	Calidad de la Información para la toma de decisiones	Calidad de la información	Alto [100 % <= 70%] Medio [69 % <= 50 %] Bajo [49 % <= 0 %]
	Usabilidad de información disponible	Tiempo para generar informes de estado de un proyecto especificado	Segundos Minutos Horas
		Nivel de Subjetividad	Alto [100 % <= 70%] Medio [69 % <= 50 %] Bajo [49 % <= 0 %]
	Satisfacción del decisor sobre la calidad de la información recuperada	Nivel de satisfacción del decisor	Alto [100 % <= 70%] Medio [69 % <= 50 %] Bajo [49 % <= 0 %]

### **I 1 Exposición de los principios de trabajo seguidos en la investigación**

Esta investigación como bien se define en el objetivo general tiene como objeto la creación de un Modelo para el diseño y construcción de un sistema de recuperación de información basado en Ontologías como apoyo a la toma de decisiones en Gestión de Proyectos. Las rutas de análisis que se defienden en este trabajo asumen un estudio teórico de la forma de modelar sistemas, formulando análisis críticos sustentados en los retos que impone la Ciencia de la Información como disciplina instrumental. El Modelo parte de la base del estudio del comportamiento de los Sistemas de recuperación de información basados en Ontologías. Por tanto, este tipo de Modelo posee también procesos de análisis sobre la construcción de Ontologías.

Para implementar el Modelo se tomó como base el dominio de Gestión de Proyectos, un espacio terminológico muy variado. Para ello, se estudiaron los discursos inherentes a este dominio y se generaron reglas de discurso que fueron implementadas en el sistema, a partir de su representación

ontológica. Finalmente se evaluó el Modelo, la Ontología y el Sistema propuesto aplicando técnicas que se describen en detalle más adelante.

## **I 2 Resultados esperados /beneficios**

- El principal resultado que se espera de esta investigación es el diseño del Modelo a partir del cual se puedan diseñar sistemas de recuperación de información en el dominio de Gestión de Proyectos basado en Ontologías, que permitan la gestión del conocimiento en dicho dominio como apoyo a la toma de decisiones, teniendo en cuenta las propuestas de otros autores que también han propuesto Modelos basados en Ontologías.
- Con la aplicación del Modelo ontológico se espera estructurar las bases del conocimiento en el dominio de Gestión de Proyectos tras una progresiva sustitución de los Modelos convencionales del proceso de recuperación de la información, por un Modelo cognitivo.
- Los servicios de Ontologías ofrecerán un marco contextualmente rico y moderno para elaborar otros Modelos de sistemas de recuperación de información, prestar servicios y gestionar la terminología del dominio de Gestión de Proyectos.
- La adecuación del Modelo para la construcción de sistemas de recuperación de información orientados a la Gestión de Proyectos.
- Contar con una Ontología en Gestión de Proyectos que permita la interoperabilidad con otros sistemas de Gestión de Proyectos.

## **I 3 Novedad de la investigación**

Un Modelo de recuperación de información basado en Ontologías que permite la obtención de nuevos conocimientos respecto al dominio de Gestión de Proyectos a través de sus características, propiedades, relaciones esenciales y funcionales, ya que su construcción teórica, permite interpretar, diseñar y reproducir de forma simplificada la realidad que representa a partir de una necesidad concreta.

## **I 4 Limitaciones**

Asociadas al autor más que al tema, debido a la postura de análisis multidisciplinar que se exige para construir los referentes teóricos de esta investigación. Se requiere de un entrenamiento adicional en diversas materias, pues es difícil observar un fenómeno desde afuera y escribir sobre él. Esta investigación obligó a desarrollar conocimientos asociados a diversos campos del saber para lograr que los referentes del Modelo pudieran construirse en la práctica. Esto demandó la elaboración y formulación de nuevos argumentos cada vez que aparecían nuevas visiones sobre el tema, lo que hizo que el autor tuviese que establecer nexos entre la teoría de diversas especialidades para dar una coherencia teórica al Modelo con vistas a su implementación.

## **I 5 Enfoque teórico-metodológico de la investigación**

Los métodos científicos que se utilicen en la investigación deben estar en concatenación con el objeto de estudio y el campo de investigación, por ello en esta tesis se apela a métodos de nivel teórico y nivel empírico en consonancia con las indicaciones que formulan (Rubio, 2004; Urías, 2009; Vara, 2011; Varas, 2010).

En la investigación se realizó un estudio exploratorio que incluyó los siguientes métodos y técnicas:

### **Métodos teóricos:**

Los métodos de información de orden teórico son aquellos que se desarrollan a partir del conocimiento de la percepción del ser humano, y se basan en acciones lógicas del pensamiento (Urías, 2009).

**Histórico-lógico:** Para el presente trabajo se realizó un análisis histórico del surgimiento y desarrollo del problema objeto de estudio, siguiendo una valoración lógica sobre los principales postulados del tema expresados por diferentes autores en distintos años, partiendo desde el surgimiento, el análisis de los antecedentes hasta las características principales, los cuales son tratados en la introducción de la investigación.

**Análisis-síntesis:** Posibilitó analizar por partes el objeto mediante la determinación de sus componentes elementales y la relación entre ellos, desde los Sistemas de Organización de Conocimientos, las Ontologías, la recuperación de la información y la toma de decisiones para el Modelo.

**Inductivo-deductivo:** Fue utilizado para desarrollar razonamientos lógicos que permitieron arribar a conclusiones generales a partir de premisas particulares vinculadas con la organización del conocimiento, las Ontologías como sistemas de recuperación de la información, la toma de decisiones y la Gestión de Proyectos con sus procesos y áreas del conocimiento.

**Sistémico-estructural:** Para abordar sistemáticamente todos los procesos involucrados en las temáticas estudiadas, proporcionando una visión general integral y sistémica del fenómeno objeto de estudio, sus componentes, estructura y relaciones fundamentales que sirven de base al Modelo propuesto.

### **Métodos empíricos:**

**Análisis documental clásico:** A partir de la revisión de la documentación y la literatura especializada, se obtuvieron los referentes teóricos y conceptuales que sustentan la investigación. Se revisaron artículos científicos tanto en revistas como los contenidos en bases de datos de la corriente principal, textos, artículos científicos de Internet, hasta los libros clásicos que abordan las metodologías

consolidadas en el tema, para determinar los postulados relevantes con vistas a la fundamentación teórica. Todo esto permitió definir los conceptos básicos y elementales, con la finalidad de sistematizar el marco teórico conceptual y los referentes teóricos que facilitaron respaldar la ejecución de la investigación.

## **I 6 Estructura de la tesis**

### **Capítulo I. Justificación y objetivos de la investigación.**

En este capítulo se describen los elementos vinculados con los Sistemas de Organización de Conocimientos y su integración con otros campos como es el caso de las Ontologías. Son representados estructuras del conocimiento de un dominio para la toma de decisiones, que sirven de justificación para llevar a cabo la investigación. Se describe la situación problemática, así como los objetivos a lograr a través de la aplicación de varios métodos y técnicas de investigación, resultados esperados y novedad.

### **Capítulo II. Introducción**

Este capítulo muestra los aspectos teóricos-conceptuales acerca de la organización del conocimiento como disciplina, los Sistemas de Organización de Conocimientos, las Ontologías y su vinculación con estos sistemas, así como ejemplos de sistemas actuales basados en Ontologías para la recuperación de la información y Modelos Ontológicos. También se muestran los procesos que se llevan a cabo en la Gestión de Proyectos y su relación con las áreas del conocimiento, pretendiendo ser el dominio a representar para la recuperación de información para la toma de decisiones por lo que se le presta una especial atención a la toma de decisiones, a través de sus preceptos teóricos, así como métodos y técnicas para llevarla a cabo.

### **Capítulo III. Materiales y Métodos**

De acuerdo con el planteamiento del problema se aborda en esta sección de materiales y métodos toda la estructura metodológica seguida en el transcurso de la investigación, en la cual se requiere de un análisis por partes para determinar la estructura conceptual de la Gestión de Proyectos para su representación ontológica. Con el apoyo de los materiales son tratadas etapas vinculadas con el diagnóstico preliminar, la estructura que representa la organización del conocimiento en la Gestión de Proyectos como parte del Modelo que se pretende, así como las acciones para concebir un Sistema de recuperación de información basado en Ontologías, que responda al proceso de toma de decisiones en dicho dominio del conocimiento. Con el análisis metodológico es retroalimentada la propuesta de investigación con los objetivos y resultados, permitiendo con ello desarrollar el Modelo para el diseño y construcción del Sistema de recuperación de información basado en Ontologías como apoyo a la toma de decisiones en Gestión de Proyectos.

#### **Capítulo IV. Resultados**

Este capítulo pretende reflejar de manera explícita los resultados de los procedimientos metodológicos descritos en el epígrafe de materiales y métodos, los cuales constituyen la base estructural del Modelo Ontológico, así como el diseño y construcción del Sistema de recuperación de Información basado en este Modelo a partir de Ontologías. Se analiza su impacto y aplicación en la Gestión de Proyectos para la toma de decisiones en la Universidad de las Ciencias Informáticas como validación de estos resultados. Se demuestra de esta manera un extracto general de la importancia y validez de la investigación realizada.

#### **Capítulo V. Conclusiones y trabajos futuros**

En este capítulo se refleja, cuáles han sido las principales propuestas y los resultados a modo de conclusión obtenidos a lo largo de la investigación, donde el principal objetivo estuvo centrado en desarrollar un Modelo Ontológico para el diseño y construcción de un sistema de recuperación de información en Gestión de Proyectos. Se potencia con ello el diseño de una Ontología que represente el conocimiento del dominio de Gestión de Proyectos como apoyo a la toma de decisiones y se aplica al caso específico del Sistema de Gestión de Proyectos Xedro Gespro de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

## **CAPÍTULO II: INTRODUCCIÓN**

Este capítulo muestra los aspectos teóricos conceptuales acerca de los Sistemas de Organización de Conocimientos, basados en Ontologías en los distintos procesos que intervienen. Así como, la organización del conocimiento, las Ontologías con sus materias de estudio, metodologías para su construcción, los Modelos de sistemas de información basados en Ontologías. Se muestra de esta manera la relación existente entre estos campos para la recuperación de la información y la toma de decisiones. También se realizan aproximaciones teóricas sobre la toma de decisiones, develándose de manera concisa las cuestiones intrínsecas de estos elementos, su importancia y contextualización. Se presenta además un estudio sobre la Gestión de Proyectos, sus principales características así como procesos y áreas de conocimiento.

### **II 1 Sistemas de Organización de Conocimientos basados en Ontologías**

#### **II 1.1 Organización del conocimiento**

El surgimiento del paradigma sociocognitivo, introduce la necesidad de apostar por las determinaciones sociales y culturales en cualquier propuesta conceptual en el terreno informacional. Esto provocó un interés creciente, alrededor de los años 90, en puntos de vista sociales e interpretativos de la Organización del Conocimiento (OC), desarrollándose enfoques semióticos y, critico-hermenéuticos, como el análisis de discurso, los estudios de género, y el análisis de dominio (Hjørland, 2005).

Hjørland y Albrechtsen (1995) formulan un enfoque de manera particular para la OC, basado en una teoría explícita del conocimiento (Hjørland & Albrechtsen, 1995). Esta teoría plantea como su principio fundamental, que la mejor manera para entender la información en la Ciencia de la Información es a través del estudio de los dominios de conocimiento como comunidades discursivas, las cuales son parte de la división social del trabajo.

Hjørland en el año 2002 sistematizó once enfoques, no excluyentes, dentro de la visión del análisis de dominios analíticos, que ofrecen una propuesta de cómo desarrollar, en el ámbito de la Ciencia de la Información, investigaciones tanto teóricas como prácticas para analizar dominios del conocimiento. Estos once métodos constituyen un marco metodológico que integra métodos y técnicas generales y/o específicas, cuantitativas y/o cualitativas. Permite desarrollar diferentes objetivos informacionales, dentro de los que destaca la Organización y Representación del Conocimiento.

La OC es un campo amplio e interdisciplinar, mucho más extenso que la Biblioteconomía y Documentación (Hjørland, 2004). No obstante, otros autores se refieren a la OC, como una

especialidad dentro de la Bibliotecología y la Ciencia de la Información, como la ciencia de estructurar y organizar sistemáticamente las unidades de conocimiento (conceptos), de acuerdo con sus propios elementos de conocimiento (características) y la aplicación de conceptos y clases de conceptos ordenados por este campo, para la asignación de los contenidos válidos de conocimiento de referentes (objetos / sujetos) de todo tipo (Dalhberg, 2012). Esto implica la existencia de un sistema utilizado para recuperar y transmitir el conocimiento. Los Sistemas de Organización de Conocimientos (SOCs) son propuestas para la recuperación de dicha organización y representación del conocimiento en un área especializada o propósito (López-Huertas, 2008).

Coincide Sánchez-Cuadrado (2012) en que la OC es el campo de estudio en el que se enmarca las técnicas para organizar documentos, conceptos y relaciones de los documentos. Una de las tareas de las que se ocupa es la de incrementar la globalización de la información y el conocimiento. Los campos relacionados directamente con la OC son la clasificación de la información, la recuperación de información, la visualización de la información y la adquisición de conocimiento, entre otras (Cuadrado, García, Canovas, & Herrera, 2012).

Recientemente se ha demostrado que la OC tiene también un papel importante en la gestión del conocimiento de organizaciones y empresas. La organización y representación del conocimiento, en esencia, son vías de importante relevancia en el proceso de identificación de los elementos abstractos y cognitivos del pensamiento humano, acerca del mundo que lo rodea, y de los saberes que constituyen el pilar de conocimiento de su entorno o ambiente, permitiendo mapearlos por medio de diversas técnicas. El papel que juega la Organización y Representación del Conocimiento, tanto para una organización como para la sociedad en general, es muy importante debido a las ventajas que de ello se deriva (Rodríguez & López - Huertas, 2013).

## **II 1.2 Sistemas de Organización de Conocimientos**

El enfoque tradicionalista de los SOCs como vehículos para organizar y representar el conocimiento establece los cimientos en la estructuración disciplinaria de los saberes. La disciplinaria es un elemento clave para los SOCs, porque ellos se estructuran básicamente de acuerdo con las disciplinas (Booch, 2013; Gnoli, 2007; Rivera, 2010). Por lo general, los SOCs o bien se enmarcan en espacios disciplinarios específicos o, con un enfoque universalista, se adscriben al esquema disciplinar establecido por la ciencia (Rivero Osuna, 2012).

El uso de la expresión SOCs está actualmente consolidado en la literatura. Esta designación es mucho más ajustada a las funciones que desempeña lo que anteriormente se llamaba lenguajes documentales, que, a todas luces, es parcial. Los SOCs tienen ciertamente una parte terminológica, pero, incluyen otras características, la más importante es la propuesta de OC que incluyen, al que no

alude la expresión lenguajes documentales. Son verdaderos sistemas formados por distintos elementos, entre los que está el terminológico. Por ello, la nueva expresión ha tenido una acogida tan favorable entre los especialistas, quedando las anteriores en vías de extinción. Por supuesto que sus funciones principales son la representación de contenidos documentales relevantes y la posterior recuperación de los mismos, cosa que comparte en gran medida con cualquier otro sistema que se diseñe para la recuperación de la información.

Los métodos de OC estuvieron basados en un principio en Modelos propuestos por teóricos que a menudo compartían esta condición con la de ser bibliotecarios, para pasar después a generar sistemas con un fundamento teórico inspirado en Modelos generales, como los propuestos por la corriente socio-cognitiva o la de análisis del dominio, entre otras. Algunos ejemplos de SOCs, herramientas de organización de conocimiento son: vocabularios controlados, esquemas de clasificación, taxonomías, tesauros y Ontologías. Estas tres últimas, especialmente las Ontologías, pueden tener otras funciones además de la recuperación de la información, pero responden al mismo concepto y, como tal, se incluyen dentro de dichos sistemas.

La complejidad inherente al proceso de representación y OC es evidente, entre otras cosas porque actualmente se ha producido un cambio en la forma de producir conocimiento. Muchos autores han descrito las tendencias actuales en sus investigaciones sobre elementos implicados en la OC, centrándose en los sistemas universales, las equivalencias e interoperabilidad entre vocabularios, los problemas de sesgo, Internet y motores de búsqueda, la exploración de recursos, tesauros, los SOCs orientados a dominios y representación visual que constituyen una significativa base para el desarrollo de este campo (Albacete, 2010; Anass & Ilham, 2011; Andersen, 2002; Finardi, 2010; Green & Rebecca, 2014; Hjørland, 2004; McIlwaine, 2000; Vickery, 2008).

A lo largo del tiempo se ha venido utilizando una serie de técnicas para la construcción de los SOCs, tales como el análisis de texto, la minería de textos, las redes neuronales, los algoritmos genéticos, técnicas de procesamiento del lenguaje natural y extracción de entidades o asociaciones conceptuales.

Según Céspedes (2006) existen trabajos recientes con propuestas para representar y organizar el conocimiento tanto desde una perspectiva universal como desde una aproximación contextual; entre los más destacados están las aproximaciones siguientes:

- La utilización del concepto de faceta con referencia a la lógica predicativa en relación con la teoría de los niveles integradores para la construcción de una clasificación universal.
- El análisis del dominio usando varios de los métodos indicados por Hjørland (2002).
- La creación de Ontologías.

- La creación de sistemas heterogéneos interdisciplinarios.

Todo SOC se presenta a la vez como estructura y como representación (Tálamo, 1997). En cuanto estructura, constituye un entramado de conceptos, representados por sus respectivos términos, que establecen determinado sistema de relaciones internas, en función de la proximidad o lejanía (es decir, 'distancia') conceptual recíproca, y la afiliación de cada término a una familia o red de términos que le son más afines. Por esto se dice que todo SOC es una estructura conceptual (Broughton, 2008; Priss, 2004), incluso en aquellos casos en que esa estructura se invisibiliza detrás del orden alfabético, como en las listas de encabezamientos o de descriptores.

En cuanto a la representación, ésta constituye una réplica condensada del conocimiento acumulado en los documentos, visto desde una determinada concepción filosófica o epistemológica. La representación léxica que va a constituir el conjunto terminológico del sistema, se extrae de los documentos en base a la relevancia. Se extraen del discurso sólo los términos que representan los conceptos relevantes de su contenido, que después serán sometidos a un proceso de normalización (Barité, 2014).

Seguendo a Barité (2014) son rasgos esenciales de un sistema de organización del conocimiento:

- Su referencia al conocimiento especializado, la que se establece de diversas maneras (apelación a clasificaciones científicas, garantía literaria, opinión de expertos, etc.).
- Su estructura lógica, que se construye de acuerdo a un método y a una teoría de organización del conocimiento.
- El control de vocabulario, que contribuye a la selección, depuración, formalización y normalización de la terminología que incluye, así como al establecimiento relaciones recíprocas entre los términos, considerando criterios semánticos, lingüísticos y disciplinarios.

Conforme a su cobertura temática, los SOC pueden ser universales, multidisciplinarios o especializados (Martínez & García-Beltrán, 2000; Valdés & Ponjúan).

Barité (2014), considera a los siguientes tipos específicos de SOC, con exclusión de los diccionarios y los glosarios, por considerar que no cumplen estrictamente con los objetivos propios de esta clase de herramientas:

a) Sistemas de clasificación.

Sistemas utilizados para la clasificación en los estantes y la clasificación temática de bibliografías. Utilizan notaciones como símbolos de notación para representar el contenido temático de los documentos, las que pueden constituirse con letras, números, signos gráficos o una combinación de ellos. Habitualmente constan de tablas principales y tablas auxiliares. Se distingue en la literatura

entre sistemas de clasificación enumerativos (Library of Congress Classification), pre facetados (Sistema de Clasificación Decimal Dewey y Clasificación Decimal Universal), y facetados como el Colon Classification de Ranganathan (Sánchez-Jiménez & Gil-Urdiciain, 2007). Los sistemas de clasificación son utilizados ampliamente en las bibliotecas y centros de documentación de todas partes del mundo.

b) Códigos de clasificación.

Los códigos y las nomenclaturas no son estrictamente lenguajes documentales o SOCs, pero suelen ser de gran utilidad para extender, especificar o sustituir las notaciones de los sistemas de clasificación. Son creados para ser utilizados en una realidad extra bibliotecológica, pero resultan de extrema utilidad en razón de que habitualmente codifican un segmento de la realidad. Es un ejemplo de este tipo de herramientas el código que identifica a los asteroides, el cual es asignado por el Centro de Planetas Menores (Minor Planet Center), y se compone de una clave que indica el año, el mes y orden del descubrimiento, sin perjuicio de otorgarle un nombre provisional. Este Código permite especificar notaciones de un sistema de clasificación, si se desea sub agrupar la documentación de cada asteroide.

c) Listas de encabezamientos de materias o de epígrafes.

Las listas están destinadas a la indización y en ese punto se asemejan a los tesauros, las listas de descriptores, las listas de autoridades y las listas de palabras-clave. Sus características peculiares son la ordenación alfabética de sus encabezamientos (Urdiciain, 1998; Vizcaya Alonso, 1997) la invisibilidad de su estructura sistemática (si es que cuenta con ella), la pre coordinación de encabezamientos y subencabezamientos (Urdiciain, 1998) y su control terminológico relativo, que se reduce habitualmente al control de sinonimia, polisemia y algunas relaciones de jerarquía y de asociación, no siempre bien delimitadas. Para Vizcaya- Alonso “la mayor deficiencia de estos lenguajes consiste en no hacer evidentes las relaciones léxico-semánticas que existen dentro de ellos” (Vizcaya Alonso, 1997). Por otra parte, suelen ser lenguajes monolingües, aunque en algunos casos agregan un índice de equivalencias en inglés o en otros idiomas reconocidos internacionalmente en la literatura.

d) Tesauros.

Son sistemas totalmente estructurados, que se integran con términos que guardan entre sí relaciones semánticas y funcionales, que tienen por objeto proporcionar un instrumento idóneo para el almacenamiento y la recuperación de la información en áreas especializadas. Dos elementos esenciales de los tesauros están constituidos por la normalización de los términos de indización que recoge (denominados descriptores y no descriptores según sean autorizados o no para representar el contenido de documentos), y el control de vocabulario que se establece entre esos términos (Currás,

1991; Leiva, 2009; Naumis, 2007). Consideran e identifican las relaciones de sinonimia, de jerarquía y asociativas entre conceptos de un modo consistente. Pueden ser monolingües, monolingües con equivalencias o plurilingües, conforme a la cobertura idiomática que proponga. Los tesauros constituyen la herramienta más refinada de representación del conocimiento que se ha creado hasta el presente.

e) Listas de descriptores.

Son listas alfabéticas de términos que suelen ser la consecuencia de un proceso inconcluso o parcial de construcción de un tesoro, aunque a veces se construyen deliberadamente como listas de descriptores, sin otra pretensión. Suelen distinguirse de las listas de encabezamientos por contar con un mayor rigor terminológico en la selección y relación de términos, y por incorporar índices permutados y ayudas similares, propias de los tesauros.

f) Listas de autoridades.

Son SOCs que se desarrollan con la finalidad de atender las necesidades específicas de una biblioteca, un conjunto o sistema de bibliotecas o una red de bibliotecas. Suelen incluir términos (propios o tomados de otros sistemas), así como nombres patronímicos, institucionales, geográficos y similares, a efectos de proporcionar puntos de acceso más específicos que los que suelen incluirse en una lista de encabezamientos o en un tesoro.

g) Anillos de sinónimos.

Se trata de conjuntos de términos que son considerados equivalentes para los propósitos de la recuperación de información, y por ese motivo se ponen a disposición de los usuarios, con la finalidad de orientar las búsquedas a texto libre. En consecuencia están destinados antes a los procesos de recuperación temática de información, que a la indización.

h) Taxonomías.

Desde una perspectiva tradicional la taxonomía es la “ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de animales y de vegetales” (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2001, p. 142). Pero también se denomina taxonomía al producto de esas clasificaciones: la estructura conceptual misma, que permite organizar en forma sistemática, por ejemplo, las especies del reino vegetal, como resulta de la tradicional clasificación de Linneo. Las estructuras taxonómicas de la ciencia se presentan bajo forma de árbol, debido a que privilegian las relaciones jerárquicas entre seres u objetos, y por su vocación de internacionalidad, contribuyen a la formación de terminologías cerradas, unívocas, distintivas y mono referenciales. En todos los casos, como apunta Centelles, los taxones “están conectados mediante algún Modelo estructural (jerárquico, arbóreo, facetado) y especialmente orientado a los sistemas de navegación, organización y búsqueda de los contenidos de los sitios web” (Centelles, 2005).

i) Ontologías.

Las Ontologías son diseños de estructuras funcionales, que contienen entidades o elementos que se relacionan entre sí, para llevar a cabo determinados propósitos o para cumplir con ciertos objetivos, en un entorno habitualmente electrónico. Son funcionales porque no pretenden representar un segmento del conocimiento o un área de actividad, sino desplegar una red de asuntos o acciones con sus relaciones, volviendo explícitos los circuitos que en su conjunto configuran un dominio. Más que una estructura de conocimiento, una Ontología es ante todo un sistema relacional de acciones que persigue tanto una gestión corporativa de calidad como la satisfacción plena del usuario.

j) Folksonomías.

También llamadas clasificaciones sociales, proporcionan una forma de indización de recursos disponibles en Internet, mediante la asignación de etiquetas (tags, labels, palabras clave), generadas en forma asociativa por los mismos usuarios, para categorizar contenidos tales como recursos digitales de información, fotografías en línea o enlaces (Noruzi, 2006). Las folksonomías dan forma a estrategias de recuperación de información en Internet mediante el lenguaje natural proporcionado por los mismos usuarios. Los sitios y sistemas de información web así organizados tienden a ser muy populares (por ejemplo, YouTube, [www.youtube.com](http://www.youtube.com)), y sólo recientemente se ha comenzado a estudiar la calidad de la indización y la recuperación de información a partir de folksonomías (Catarino & Baptista, 2006; Peterson, 2007).

k) Mapas conceptuales.

Constituyen una modalidad de representación del conocimiento a través de gráficas y diagramas, en la cual se establece la situación relativa de un conjunto de conceptos y sus relaciones, con el objetivo de facilitar la enseñanza y el aprendizaje de un tópico, de obtener una formulación visual de un núcleo de conocimiento, e incluso, “para generar ideas (tormenta de ideas, etc.)” y “diseñar estructuras complejas (textos largos, hypermedia, sitios web, etc.)” (Moreiro, 2004).

l) Mapas de tópicos o 'Topic maps'.

Son gráficas que tienen por finalidad representar un conjunto de datos fuertemente relacionados entre sí, y que pueden hacer referencia a conceptos o núcleos de conocimiento. Utiliza tres elementos para ese fin: tópicos (cada uno de ellos representando conceptos, nombres de personas o instituciones, países o lugares geográficos); asociaciones (o relaciones entre tópicos) y ocurrencias (recursos de información relevantes para el tópico)(Moreiro, Sánchez-Cuadrado, Palacios, & Barra, 2012).

m) Directorios de buscadores.

Son cuadros clasificatorios jerárquicos que habilitan el acceso temático a los sitios web y a las páginas web, y que están disponibles en la gran mayoría de los buscadores de Internet. En su esencia son un tipo de taxonomía. Se caracterizan por el hecho de que cada tópico se establece con un

hipervínculo que lleva a otros tópicos más específicos o, finalmente, al listado de sitios o páginas web relativas al mismo. En la mayoría de estas taxonomías temáticas, la garantía literaria queda permanentemente a la vista, ya que a continuación de cada taxón se incluye entre paréntesis el número de sitios web que tratan el tópico presente en el taxón de una manera significativa.

En la representación y OC se contempla la realidad a partir de elementos de cierta manera esquemáticas, que simulan el proceso cognitivo y la conjugación de las estructuras mentales en la captura del conocimiento, en la actualidad existen distintas disciplinas, además de la anteriormente comentada, que pretenden dar respuesta a las interrogantes que de este fenómeno se generan, una de ellas es la IA (IA).

Catzen, hace referencia a tres paradigmas que frecuentemente los investigadores han utilizado para la resolución de problemas de IA (Catzen, 2010), los cuáles constituyen métodos muy utilizados en la actualidad:

**Programación Heurística:** Esta se basa en el Modelo de comportamiento humano y su estilo para resolver problemas complejos. Existen diversos tipos de programas que incluyen algoritmos heurísticos. Varios de ellos son capaces de aprender de su experiencia.

**Redes Neuronales Artificiales:** Es una representación abstraída del Modelo neuronal del cerebro humano. Las redes están formadas por un gran número de elementos simples y por sus interconexiones. Una red neuronal artificial puede ser simulada o ser real. Al elemento procesador de la red, se lo denomina neurona artificial.

**Evolución Artificial:** Su Modelo está basado en el proceso genético de evolución natural, propuesto por Charles Darwin. Se utilizan sistemas simulados en computador que evolucionan mediante operaciones de reproducción, mutación y cruce (Algoritmos Genéticos).

Los sistemas expertos y los sistemas de IA pueden desempeñar un importante papel en la codificación del conocimiento (Davenport & Prusak, 2001), debido a que precisamente la representación del conocimiento busca las leyes, los principios y los procedimientos por los cuales se estructura el conocimiento especializado en cualquier disciplina, con el fin de representarlo en lenguajes que permitan su comprensión y reutilización (Céspedes, 2011).

Las Ontologías, las tecnologías semánticas, las tecnologías de la IA y otros describen Modelos que permiten representar y organizar conocimiento, estas son áreas de conocimiento que son actualmente investigadas; su aparición en las Ciencias de la Información es relativamente joven (Rodríguez & López - Huertas, 2013).

## **II 1.3 Sistemas de Organización de Conocimientos. Las Ontologías**

### **II 1.3.1 Concepto de Ontología**

La Ontología como "el estudio metafísico de la naturaleza del ser y la existencia" es tan antigua como la disciplina de la filosofía. Recientemente, la Ontología se ha definido como "la ciencia de lo que es, de los tipos y estructuras de objetos, propiedades, eventos, procesos, y relaciones en cada área de la realidad" (Smith en Schold, 2005). Mientras sigue siendo un área fecunda de investigación en el campo de la filosofía, la Ontología es actualmente materia de investigación, desarrollo, y aplicación en disciplinas relacionadas con la computación, la información y el conocimiento.

Es imposible representar el mundo real, o alguna parte de él, con todos los detalles. Para reproducir algún fenómeno o parte del mundo, llamado dominio, es necesario focalizar o limitar el número de conceptos que sean suficientes y relevantes para crear una abstracción del fenómeno (Barchini & Álvarez-Herrera., 2011). Así, el aspecto central de cualquier actividad de modelización consiste en realizar una conceptualización, o sea, identificar los conceptos (objetos, eventos, comportamientos, etc.) y las relaciones conceptuales que se asumen que existen y son relevantes.

Es decir, independientemente del ámbito en que se desarrollen, la base para una Ontología es la conceptualización junto con un vocabulario para referirse a las entidades de un dominio particular. Por tanto las Ontologías generalmente se usan para especificar y comunicar el conocimiento del dominio de una manera genérica y son muy útiles para estructurar y definir el significado de los términos.

Las Ontologías para representar el conocimiento precisan los siguientes componentes (Gruber, 1993): conceptos, relaciones, funciones, instancias y axiomas.

Un indicador de la complejidad de una Ontología es el conjunto de relaciones conceptuales. Fox y Gruninger (1998) sostienen que una Ontología se define como un vocabulario más una especificación del significado de dicho vocabulario. Esta visión permite distinguir Ontologías basadas en el grado de formalidad en la especificación del significado. Las Ontologías informales usan un lenguaje natural, las Ontologías semiformales proporcionan axiomatizaciones débiles tales como taxonomías y las Ontologías formales definen la semántica del vocabulario por una axiomatización completa y efectiva.

Otros autores como Codina; Pedraza- Jiménez, (2011 p 5) consideran que "las Ontologías son una de las tecnologías más prometedoras para el futuro de los sistemas de información", pero a diferencia de los tesauros (como Modelo de éxito en el campo de la semántica documental) en el caso de las Ontologías, utilizadas en los sistemas de la recuperación de la información aún se detectan

imprecisiones e insuficiencias probablemente causadas por una falta de consenso en la literatura especializada sobre cómo elaborar una Ontología y los componentes que la integran. No obstante cabe resaltar que no ocurre así en el caso de la IA y la web semántica (del W3 Consortium) en la que han logrado asentar el sentido canónico del término (Noy, 2004; Pedraza-Jiménez, Codina, & Rovira, 2007). Si este asentamiento de la web semántica tiene éxito, es posible que en el futuro las imprecisiones señaladas desaparezcan, pero actualmente no es así (Codina & Jiménez, 2011). De hecho, no es difícil encontrar publicaciones donde los autores determinen que una simple clasificación jerárquica es una Ontología.

Por tanto, siguiendo las consideraciones de la W3C (Pedraza-Jiménez et al., 2007; Ziouziou, 2009) que han sido en definitiva el verdadero canon, la definición más breve y a la vez la más citada es la de Gruber (1993 p.3) según la cual “una Ontología es la especificación formal de un ámbito del conocimiento”.

Un ámbito de conocimiento es cualquier entidad del mundo real o conceptual, simple o compleja, que se pueda concebir o conocer de una forma más o menos sofisticada. Una especificación formal significa que una Ontología debe quedar especificada siguiendo las exigencias de un formalismo bien determinado, en un lenguaje informático con una base lógica –matemática (derivadas de las lógicas descriptivas) incluyendo los llamados axiomas, (Codina & Jiménez, 2011) lo cual la diferenciaría de las taxonomías codificadas en un lenguaje complejo.

Los axiomas según estos autores consisten en especificaciones, siempre en base lógica, de las propiedades y de las relaciones entre los componentes de la Ontología, por ejemplo, los ríos tienen afluentes, algunos ríos son navegables. O bien, dos personas que comparten los mismos progenitores, son hermanos; cada país sólo puede tener una capital, los países sin litoral no pueden tener puertos de mar, etc (Codina & Jiménez, 2011; Pedraza-Jiménez et al., 2007).

Retomando la definición de Gruber, Codina y Pedraza (2011) plantean que si se logra especificar los componentes y sus relaciones de un ámbito del conocimiento siguiendo un formalismo estricto codificado en un lenguaje informático (no de programación, sino de descripción), entonces es una Ontología, además de ser capaz de soportar pruebas lógicas, por ejemplo si se define que un individuo  $x$  pertenece a la clase B, la cual a su vez es miembro de la clase A, se puede inferir que todo miembro de B es un miembro de A y que por tanto  $X$  es un A.

La insuficiencia consiste según Codina y Pedraza (2011) en que una Ontología por sí sola en principio no tiene sentido si no hay un sistema complementario que permita realizar inferencias sobre la misma para, por ejemplo, facilitar búsquedas en lenguaje natural. Si “solamente” se tiene una

Ontología, a efectos de recuperación resuelve más bien poco (siempre en el contexto de los sistemas de información) aunque solamente sea porque no diferencia entre términos preferidos y no preferidos; tampoco establece relaciones asociativas ya que no tienen entrada en la lógica de base matemática de la Ontología, no ofrece notas de alcance, etc. De este planteamiento se infiere que ¿pueden ser útiles las Ontologías en sistemas de información? por supuesto que sí, Codina y Pedraza (2011) pero una Ontología “sola” no representa casi nada ante el usuario del sistema.

Continuando con los criterios de estos autores la indeterminación está dada porque no existe un Modelo consensuado y testado de forma amplia sobre cómo podría funcionar el triángulo Sistema de información – Sistema de inferencias – Ontología (ver Figura 1 ) a lo cual surgen interrogantes como ¿cómo actúa la Ontología en relación a las preguntas del usuario? ¿Cómo actúa en relación con el fondo documental? ¿Dónde se sitúa el sistema de inferencias? (Codina & Jiménez, 2011; Pedraza-Jiménez et al., 2007).



**Figura 1 Triángulo esencial de las Ontologías en relación con los sistemas de información (Codina & Pedraza, 2011).**

En ninguno de los casos aclara cómo debería implementarse, ni cómo debería ser la interfaz de usuario de modo que fuera usable (Codina & Jiménez, 2011; Pedraza-Jiménez et al., 2007). Elemento esencial que demuestra que el proceso debe ser transparente, de manera que evite la complejidad ante el trabajo del usuario con el sistema.

### **II 1.3.2 Elementos de una Ontología**

- **Clases:** representan los conceptos que forman el ámbito de la Ontología. Los conceptos son las ideas básicas que se intentan formalizar y son el elemento principal de una Ontología. Por ejemplo, en una Ontología que representase la estructura política de España, "Partido Político" y "Comunidad Autónoma" podrían ser clases de la Ontología.

- **Subclases.** Cuando una clase A es la generalización de otra clase B, se dice que B es subclase (hija) de A. Siguiendo el ejemplo de antes, "Partido Social" sería subclase de "Partido Político". Responde afirmativamente a la pregunta "¿Un partido social es un partido político?"
- **Clases Hermanas.** Dos clases son hermanas si comparten la clase padre. Son subclases de una misma clase. Las clases "Partido Social" y "Partido Popular" serían hermanas de "Partido Político".
- **Clases disjuntas:** son clases diferentes, un elemento de una no puede ser también elemento de la otra. Por ejemplo en una Ontología "Pizza" algo que es un "TomateTopping" no puede ser una "Pizza" porque su superclase, "PizzaTopping" es disjunta de Pizza.
- **Propiedades:** establecen relaciones entre conceptos de la Ontología. Por ejemplo, la propiedad "es Miembro De Partido" relaciona una persona con el partido al que pertenece. En una propiedad hay que definir el rango y el dominio.
- **Rango:** define el Objeto que es afectado por la propiedad.
- **Dominio:** define el Sujeto que será definido por la propiedad. Digamos, el conjunto de valores que podrá tomar esa propiedad.
- **Instancias:** son entidades que pertenecen a una determinada clase. Por ejemplo, "Andalucía" es una instancia de la clase "Comunidad Autónoma" y "PSOE" es una instancia de la clase "Partido Político". Las clases se suelen organizar en una jerarquía, donde las instancias de una subclase pertenecen a la clase. Por ejemplo, podríamos tener en la Ontología la clase "localización" de la que sería subclase "Comunidad Autónoma".

### II 1.3.3 Principios para el diseño de Ontologías

Para diseñar una Ontología, es necesario considerar algunas de las características deseables que éstas deberían exhibir. Según criterios de los autores (Ramos, Núñez, & Casañas, 2011) los principios de diseño a considerar son los siguientes:

- **Claridad y Objetividad:** Definir los conceptos en forma clara y objetiva utilizando lenguaje natural para evitar ambigüedades.
- **Coherencia:** Garantizar que todas las inferencias derivadas sean consistentes con los axiomas.
- **Completitud:** Los conceptos deben ser expresados en términos necesarios y suficientes.
- **Estandarización:** Siempre que sea posible, los nombres asignados a los términos deberán seguir un estándar, definiendo y respetando reglas para la formación de los mismos.
- **Máxima extensibilidad monótona:** Deberá ser posible incluir en la Ontología especializaciones o generalizaciones, sin requerir una revisión de las definiciones existentes.

- Principio de distinción ontológica: Las clases de la Ontología con diferente criterio de identidad, deberán ser disjuntas.
- Diversificación de las jerarquías: Para que la Ontología se vea favorecida con los mecanismos de herencia múltiple, es conveniente usar tantos criterios de clasificación como sea posible.
- Minimización de la distancia semántica: Conceptos similares deberán ser agrupados y representados utilizando las mismas primitivas.
- Mínimo compromiso ontológico: Una Ontología debería imponer las menores exigencias posibles sobre el dominio que modela, es decir, se deben construir sólo los axiomas necesarios para representar el mundo a ser modelado.
- Modularidad: Al especificar una Ontología se hacen definiciones de diferentes elementos como clases, relaciones y axiomas; tales definiciones se pueden agrupar en teorías que reúnen los objetos de una Ontología más relacionados entre sí. Se puede lograr una organización altamente modular con máxima cohesión en cada módulo y mínima interacción, considerando que cada teoría es un módulo en la organización de la Ontología. La modularidad permite flexibilidad y posibilidad de rehusar algunos módulos de la Ontología.
- Mínima dependencia con respecto a la codificación: Una Ontología debería permitir que los agentes que compartan los conocimientos, puedan ser implementados en diferentes sistemas y estilos de representación. Un diseño ontológico ideal debería cumplir con todos estos criterios, pero no siempre es posible (Ramos et al., 2011).

#### **II 1.3.4 Uso y utilidad de las Ontologías**

Abad (2004) considera que las Ontologías tienen dos usos esenciales:

- Como vocabulario de representación están generalmente especializadas en algún dominio. No es el vocabulario lo que califica a una Ontología, sino las conceptualizaciones capturadas por los términos.
- Como teoría de contenidos dado que uno de los intereses principales en Ontologías es la relación entre teoría de contenidos y de mecanismos en IA.

Las Ontologías son esencialmente teorías de contenidos porque su contribución principal es identificar clases específicas de objetos y relaciones de un dominio.

Se mencionan a continuación el uso que, en la actualidad, tienen las Ontologías:

- Sirven para entender como diferentes sistemas comparten información.
- Se utilizan para descubrir distorsiones que puedan presentarse en los procesos cognitivos de aprendizaje en un mismo contexto.

- Sirven para formar patrones para el desarrollo de Sistemas de Información. En el ámbito del software se viene utilizando hace algunos años para describir las propiedades del software (componentes, arquitecturas, lenguajes de definición).
- Permiten compartir y reutilizar conocimiento común.
- Ayudan a establecer comunicación entre personas y organizaciones con el fin de unificar diferentes áreas de investigación.
- Permiten la interoperabilidad entre sistemas de software usando Ontologías como un lenguaje intermedio para unificar diferentes lenguajes y herramientas.
- Aumentan los beneficios de la Ingeniería de Sistemas ya que el uso de Ontologías facilita la construcción de software clásico o basado en el conocimiento porque permite que los sistemas se puedan reutilizar (Abad, 2009).

### II 1.3.5 Tipos de Ontologías

Entre alguna de las clasificaciones de Ontología está la propuesta por Van Heist (1997) en Barchini, Álvarez y Herrera (2006):

- **Ontologías Terminológicas:** especifican los términos que son usados para representar el conocimiento en el universo del discurso. Suelen ser usadas para unificar vocabularios en un campo determinado.
- **Ontologías de Información:** especifican la estructura de almacenamiento de bases de datos. Ofrecen un marco para el almacenamiento estandarizado de información.
- **Ontologías de Modelado de Conocimiento:** especifican conceptualización del conocimiento. Contienen una rica estructura interna y suelen estar ajustadas al uso particular del conocimiento que describe.

Contienen conocimiento esencial para modelar una aplicación particular bajo consideración.

Según el grado de generalidad o nivel de dependencia a una tarea o visión en particular Mizoguchi et al., (1999) presenta la siguiente clasificación de Ontologías:

- **Ontologías de Alto Nivel** (genéricas): describen conceptos muy generales como espacio, tiempo, materia, objeto, evento, acción, etc., los cuales son independientes de un problema o dominio en particular. Por lo tanto, parece razonable, al menos en teoría, tener Ontologías unificadas de alto nivel para grandes comunidades de usuarios.
- **Ontologías de Dominio y Ontologías de Tarea:** describen, respectivamente, el vocabulario relacionado a un dominio genérico (como medicina o automóviles) o una tarea o actividad genérica (diagnóstico o venta), mediante la especialización de los términos introducidos en la Ontología de alto nivel.

- **Ontologías de Aplicación:** describen conceptos que dependen tanto de un dominio como de una tarea en particular, los cuales frecuentemente son especializaciones de ambas Ontologías. A menudo, estos conceptos corresponden a los roles desempeñados por entidades del dominio mientras realizan cierta actividad.

### II 1.3.6 Metodologías y métodos para la Construcción de Ontologías

Para el diseño de cualquier Ontología es necesario contar con una metodología específica. Son muchas las propuestas existentes. Dentro de ellas pudieran destacar algunas como la metodología CYC, (Corcho., Fernández-López, & Gómez-Pérez, 2003; Lenat, 1990) en la que divulgaron algunos pasos generales para la construcción de Ontologías. El primero consiste en extraer manualmente el conocimiento común que está implícito en diferentes fuentes para después, cuando se tenga suficiente conocimiento en la Ontología, adquirir nuevo conocimiento común usando herramientas de procesamiento de lenguaje natural o aprendizaje computacional.

Esta metodología recomienda los siguientes pasos:

- Codificación manual del conocimiento implícito y explícito de diferentes fuentes
- Codificación del conocimiento utilizando herramientas de software.
- Delegación de la mayor parte de la codificación en las herramientas.

Algunos años después, en 1995, basado en la experiencia obtenida con el desarrollo de la Enterprise Ontology y de la Ontología del proyecto TOVE (Toronto Virtual Enterprise), ambas en el dominio del modelado de empresas (Corcho, Fernández-López, Gómez-Pérez, & López-Cima, 2006) se propusieron las primeras guías sobre desarrollo de Ontologías, que fueron posteriormente refinadas. Con base en la experiencia recaudada en el desarrollo de una Ontología de la Empresa, surge la Metodología de Uschold y King (1995) que recrean una serie de pasos que permiten plasmar y especificar los conocimientos que se tienen sobre un dominio específico, centrando sus esfuerzos en la forma en la cual representar los conocimientos. Entre sus pasos para desarrollar Ontologías propone:

1. Identificar el propósito.
2. Capturar los conceptos y relaciones entre estos conceptos y los términos utilizados para referirse a estos conceptos y relaciones.
3. Codificar la Ontología.

La Ontología debe ser documentada y evaluada, y se pueden usar otras Ontologías para crear la nueva. El proyecto más importante que se desarrolló usando esta metodología es The Enterprise Ontology (W3C), que es una colección de términos y definiciones relevantes a empresas de negocios.

La Ontología fue desarrollada bajo el Enterprise Project del Artificial Intelligence Applications Institute de la Universidad de Edimburgo, con la colaboración de IBM (W3C).

Paralelamente, surge la metodología de Gruninger y Fox (1995), cuyo primer paso consiste en identificar intuitivamente las aplicaciones posibles en las que se usará la Ontología. Luego, se utilizan un conjunto de preguntas en lenguaje natural, llamadas cuestiones de competencia, para determinar el ámbito de la Ontología. Se usan estas preguntas para extraer los conceptos principales, sus propiedades, relaciones y axiomas, los cuales se definen formalmente en Prolog. Esta metodología fue usada para construir las Ontologías del proyecto TOVE (Toronto Virtual Enterprise) en el Enterprise Integration laboratory de la Universidad de Toronto (W3C).

Dichas Ontologías constituyen un Modelo integrado y formalizado usando lógica de primer orden que incluye Enterprise Design Ontology, Project Ontology, Scheduling Ontology y Service Ontology.

En la décimo segunda Conferencia europea para IA (ECAI96) (Bernaras, Laresgoiti, & Corera, 1996) se presentó un método que construía una Ontología en el dominio de redes eléctricas como parte del proyecto Esprit Kactus (Schreiber, Wielinga, & Jansweijer, 1995).

Dicha metodología se conoce como Kactus y en ella se construye la Ontología sobre una base de conocimiento por medio de un proceso de abstracción Bernaras, Laresgoiti y Corera (1996), cuantas más aplicaciones se construyen, las Ontologías se convierten en más generales y se alejan más de una base de conocimiento. En otras palabras, se propone comenzar por construir una base de conocimiento para una aplicación específica. A continuación, cuando se necesita una nueva base de conocimiento en un dominio parecido, se generaliza la primera base de conocimiento en una Ontología y se adapta para las dos aplicaciones, y así sucesivamente. De esta forma, la Ontología representaría el conocimiento consensuado necesario para todas las aplicaciones. Kactus define los siguientes pasos:

1. Especificación de la aplicación.
2. Diseño preliminar basado en categorías ontológicas top level relevantes.
3. Refinamiento y estructuración de la Ontología.

La metodología Methontology, (Corcho. et al., 2003; Fernández-López, 1997; Gómez-Pérez & Fernández-López, 2012) aparecía al mismo tiempo e iría a ser publicada en artículos más tarde. Esta es una de las propuestas más completas ya que toma la creación de Ontologías como un proyecto informático. Así, además de las actividades propias de la generación de la Ontología esta metodología abarca actividades para la planificación del proyecto, la calidad del resultado, la

documentación, etc. Además permite construir Ontologías totalmente nuevas o reutilizar otras Ontologías.

El entorno incluye la identificación del proceso de desarrollo de la Ontología donde se incluyen las principales actividades (evaluación, conceptualización, configuración, integración, implementación, etc.), un ciclo de vida basado en prototipos evolucionados y la metodología propiamente dicha, que especifica los pasos a ejecutar en cada actividad, las técnicas usadas, los productos a obtener y su forma de evaluación. Esta metodología está parcialmente soportada por el entorno de desarrollo ontológico Web ODE, (Corcho et al., 2006) sucesora del entorno de diseño de Ontologías ODE, una herramienta que permitía a los desarrolladores de Ontologías configurar el Modelo de conocimientos a utilizar para la conceptualización de las Ontologías de acuerdo con sus necesidades de representación de conocimientos. Methontology propone las siguientes etapas:

1. Especificación.
2. Conceptualización.
3. Formalización.
4. Implementación.
5. Mantenimiento.

En 1997, un nuevo método fue propuesto para construir Ontologías, este estaba basado en la Ontología de SENSUS (Suarez-Figueroa, Gomez-Perez, & Fernandez-Lopez, 2012; Swartout, 1996). La cual constituye un enfoque top-down para derivar Ontologías específicas del dominio a partir de grandes Ontologías. En esta metodología se identifican un conjunto de términos semilla que son relevantes en un dominio particular. Tales términos se enlazan manualmente a una Ontología de amplia cobertura. Los usuarios seleccionan automáticamente los términos relevantes para describir el dominio y acotar la Ontología Sensus.

Consecuentemente, el algoritmo devuelve el conjunto de términos estructurados jerárquicamente para describir un dominio, que puede ser usado como esqueleto para la base de conocimiento.

Algunos años más tarde, aparece la metodología de ON-TOKNOWLEDGE como resultado del proyecto con el mismo nombre Staab (Staab., Schnurr, Studer, & Sure, 2001). Esta aplica Ontologías a la información disponible electrónicamente para mejorar la calidad de la gestión de conocimiento en organizaciones grandes y distribuidas.

Además, incluye la identificación de metas que deberían ser conseguidas por herramientas de gestión de conocimiento y está basada en el análisis de escenarios de uso y en los diferentes papeles desempeñados por trabajadores de conocimiento y accionistas en las organizaciones.

Ya para el 2002, aparece la metodología TERMINAE, (Corcho. et al., 2003) la cual aporta tanto una metodología como una herramienta para la construcción de Ontologías a partir de textos. Se basa en un análisis lingüístico de los textos, el cual se realiza mediante la aplicación de diferentes herramientas para el procesamiento del lenguaje natural. En particular se usan dos herramientas:

1. Syntex para identificar términos y relaciones.
2. Caméléon para identificar roles o relaciones.

La metodología funciona como sigue. Mediante la aplicación de Syntex se obtiene una lista de posibles palabras y frases del texto y algunas dependencias sintácticas y gramaticales entre ellas. Estos datos se usan como entrada para el proceso de modelado junto con el texto original.

Existen otras propuestas, Guzmán, et al., (2012) como la metodología para la creación de Ontologías “ONTOLOGY DEVELOPMENT 101” propuesta por la Universidad de Stanford EEUU donde sus principales recomendaciones radican en:

1. Determinar el dominio y ámbito de la Ontología.
2. Determinar la intención de uso de la Ontología.
3. Reutilizar Ontologías o vocabularios controlados existentes.
4. Enumerar los términos importantes del dominio.
5. Definir jerarquía de clases.
6. Crear las instancias.

Con el fin de definir las estructuras conceptuales que contendrá la Ontología, Ding y Foo <http://www.w3.org/> realizan un repaso a cerca de los métodos más empleados:

1. Datos fuente: Vocabularios controlados, corpus de sentencias, extracción de texto libre, preguntas a usuarios.
2. Métodos para la extracción de conceptos: las diferentes técnicas empleadas para la extracción de información (análisis sintáctico, procesamiento del lenguaje natural, implicación humana, etc.)
3. Métodos para la extracción de relaciones: puede ser de forma automática o basándose en algoritmos que en ocasiones se aplican de forma manual.
4. Reutilización de Ontologías: puede ser habitual utilizar otros instrumentos terminológicos.
5. Representación de la Ontología, que va desde la estructura jerárquica, pasando por la lógica de descripción hasta los grafos conceptuales y el XML.

En general se puede afirmar Guzmán et al., (2012) que la elaboración y construcción de una Ontología debe tener en cuenta su relación con la arquitectura del sistema de información en el que

va a estar inmersa, sin olvidar la importancia que se deriva de formular teorías del conocimiento sobre un dominio determinado.

Las metodologías para el diseño de Ontologías todavía hoy son objeto de búsqueda y en general ninguna cubre todas las alternativas posibles en cada paso, aunque se plantea que las metodologías, a pesar de sus diferencias, poseen algunos componentes básicos, en particular sus cinco pasos principales: especificación, conceptualización, formalización, implementación y mantenimiento, los cuales han sido presentadas como ciclo de vida por (Gandon, 2003; Keet, 2010). La idea principal es usar un proceso evolutivo e identificar las actividades que soportarán la identificación de las necesidades dentro de la organización que llevarán al desarrollo y posteriormente al uso y mantenimiento de una Ontología, de tal manera que el proceso de evolución de la Ontología pueda seguirse como se sigue un proceso de desarrollo de software (Gandon, 2003), donde la localización de todos los recursos, hardware, software y personal, debe ser planeado con anticipación a la ejecución misma del proceso.

### **II 1.3.7 Herramientas y lenguajes para la construcción de Ontologías**

Con respecto a las herramientas de desarrollo de Ontologías, éstas han mejorado enormemente desde la creación de los primeros entornos. Se pueden distinguir dos grupos de herramientas, teniendo en cuenta su evolución desde que aparecieron a mediados de la década de 1990, (Farquhar, Fikes, & Rice, 1997)

- Herramientas cuyo Modelo de conocimientos se corresponde directamente con el de un lenguaje de Ontologías.

Estas herramientas fueron desarrolladas como editores de Ontologías en un determinado lenguaje. En este grupo se pueden incluir: Ontolingua Server Farquhar, Fikes, Rice (1997), que permite construir Ontologías en Ontolingua y KIF; Onto Saurus, Swartout, et al., (1997) en LOOM; y OilEd, Bechhofer, et al., (2001) en OIL primero, luego en DAML+OIL, y finalmente en OWL.

- Plataformas integradas. Cuya característica principal es que tienen una arquitectura flexible y extensible, y cuyo Modelo de conocimientos es normalmente independiente de lenguajes de Ontologías existentes.

Estas herramientas proporcionan un núcleo de servicios relacionados con Ontologías y se pueden extender fácilmente con otros módulos. En este grupo se incluyen: Protégé-2000 (Noy, 2004), Web ODE, (Arpírez, Corcho, Fernández-López, & Gómez-Pérez, 2003; Y. Sure, Erdmann, M., Angele, J., Staab, S., Studer, R., & Wenke, D., 2002), Onto Edit (Maedche, 2003; Sure et al., 2002).

Los primeros lenguajes para la representación de las Ontologías estaban basados en representación del conocimiento, entre ellos se tienen:

**Cycl:** lenguaje utilizado en la Ontología Cyca basado en marcos y en lógica de primer orden.

**Ontolingua:** (Ontolingua, 2004) fue desarrollado en 1992 por KSL (Universidad de Standford). Lenguaje construido sobre KIF (Knowledge Interchange Format) y en Frame Ontology (FO) sintaxis formal utilizada para expresar conocimiento y basado en marcos y en lógica de primer orden, empleado en el Ontolingua Server. Como KIF es un lenguaje no orientado a construir Ontologías, sino para intercambio de conocimiento, Ontolingua emplea FO para permitir la descripción de Ontologías utilizando los paradigmas de frames, y con el que empezaron a surgir términos como clase, instancia o subclase. FO no permitía axiomas, pero al surgir a partir de KIF, sí permite que se incluyan axiomas de KIF dentro de sus definiciones.

**LOOM:** lenguaje basado en lógica de descripciones y reglas de producción. Con el auge de Internet surgen lenguajes de Ontologías para la web con sintaxis basada en HTML o XML.

**SHOE** (Simple HTML Ontology Extension): lenguaje basado en marcos y reglas diseñado como extensión del HTML.

**RDFa:** Modelo para la descripción de recursos web basado en redes semánticas y con sintaxis XML.

**RDF Schema:** lenguaje construido sobre RDF que incorpora primitivas de marcos (clases y propiedades).

Los lenguajes presentados anteriormente sirven tanto para la descripción de Ontologías como para la publicación de contenidos web procesables por máquinas, de ahí que se les llame también lenguajes para el marcado ontológico.

### **DAML+OIL**

El programa DAML (DARPA Agent Markup Language) es una iniciativa de DARPA (Defense Advance Research Projects Agency) en 1999 con el objetivo de proveer los fundamentos de la Web semántica. Los usuarios de RDF y RDFS conforme utilizaban estos lenguajes para expresar los metadatos de sus recursos, observaban que ambos lenguajes describían un conjunto escaso de facilidades para expresar estos metadatos. Por ejemplo, no podían hacer uso de data types del XML Schema (XMLS, 2001), no podían hacer enumeraciones etc. La comunidad de usuarios vieron en RDF una herramienta para expresar sus recursos, pero también lamentaban que no existiesen facilidades para permitir la inferencia sobre las descripciones RDF. Tenía que surgir una evolución de este lenguaje que permitiese el razonamiento sobre las descripciones.

## OWL

OWL (*Ontology Web Language*) (OWL, 2004) surge del W3C como la búsqueda de un lenguaje de especificación de Ontologías que sirva como estándar para todos los investigadores de la Web semántica. Deriva del lenguaje *DAML + OIL* y se construye sobre la sintaxis de RDF/XML. Se le pretende dar tantas funcionalidades como las que posee *DAML + OIL*, aunque diferenciándose en algunas.

OWL también es una extensión de RDF y emplea el Modelo de tripletas de RDF. En parte, es un RDFS mejorado, que mantiene una buena relación entre eficacia computacional y poder expresivo. Con OWL se pueden definir clases mediante restricciones a otras clases, o con operaciones booleanas sobre otras clases, hay nuevas relaciones entre clases como la inclusión, disyunción y la equivalencia, se pueden definir restricciones de cardinalidad en propiedades o dar propiedades sobre las relaciones (transitiva, simetría) así como permitir clases enumeradas.

Una Ontología en OWL es una secuencia de axiomas, hechos y referencias a otras Ontologías, que se consideran incluidas en la Ontología. Las Ontologías OWL son documentos web, y pueden ser referenciados a través de una URI.

**Protégé:** Herramienta a través de la cual el usuario puede construir Ontologías de dominio, generar usuarios de entrada de datos y efectuar la propia entrada de datos. Aplicación amigable de modelado de conocimiento. El modelado está basado en torno a los principios básicos tales como clases, instancias, funciones, relaciones, etc. Es una herramienta que permite acceso a aplicaciones externas basadas en conocimiento. Además es una biblioteca a la que otras aplicaciones pueden acceder, permitiéndoles acceder a las bases de conocimiento de las cuales se dispone. Está disponible en: <http://protege.open.stanford./index.html>.

Gómez –Pérez (2009) ofrece la siguiente tipología:

- 1. Herramientas de desarrollo de Ontologías:** este grupo incluye las herramientas que sirve para la construcción de nuevas Ontologías o bien para la reutilización de las existentes. Destacan entre sus funcionalidades la edición y la consulta, así como la exportación e importación de Ontologías, la visualización en diversos formatos gráficos, etc.
- 2. Herramientas de la fusión y de la integración de las Ontologías:** pretenden solucionar el problema de la combinación y la integración de diversas Ontologías del mismo dominio, lo que ocurre cuando se unen dos organizaciones diferenciadas, o cuando se pretende obtener una Ontología de calidad, a partir de las ya existentes.
- 3. Herramientas de evaluación de Ontologías:** aparecen como instrumentos de apoyo que deben asegurar que tanto las Ontologías como las tecnologías relacionadas tengan un nivel

mínimo de calidad. Para el futuro, este esfuerzo pudo también conducir a las certificaciones estandarizadas.

4. **Herramientas basadas de la anotación:** estas herramientas se han diseñado para permitir a usuarios que inserten informaciones y datos. La mayoría de estas herramientas han aparecido recientemente, junto con la aparición de la idea de web semántica.
5. **Herramientas de almacenaje y de preguntas:** son instrumentos que se han creado para permitir usar fácilmente las Ontologías. La clave está en el intento de que la web se convierta en una auténtica plataforma para transmitir conocimiento.
6. **Herramientas de aprendizaje:** se utilizan semi-automáticamente para construir Ontologías a partir de la lengua natural.

### **Onto Mat Annotizer**

OntoMat-Annotizer es una herramienta interactiva de anotación. Apoya al usuario a crear y mantener una Ontología basada en OWL, es decir, ayuda en la creación de márgenes de OWL, casos, atributos y relaciones. Incluye un navegador de Ontología para la exploración de la Ontología y las instancias, además de un navegador HTML que anota partes del texto. Es una herramienta basada en Java y proporciona una interfaz plug-in para diversas extensiones. El usuario hace función de anotador individual. Las personas que quieren enriquecer sus páginas Web con OWL meta-datos pueden usar este sistema en lugar de anotar manualmente la página con un editor de texto. Se apoya en meta-datos.

### **KIM Semantic Annotation Platform**

KIM proporciona una efectiva gestión de conocimientos e información, además facilita la infraestructura y los servicios para la anotación semántica, automática, la indexación y la recuperación de la información en textos no estructurados y semi-estructurados. Dentro del proceso de anotación, Kim también realiza Ontologías. Como una línea de base, Kim analiza los textos y reconoce las referencias a entidades (como personas, organizaciones, lugares, fechas). Intenta hacer coincidir la referencia con una entidad conocida, con una única URI y en la descripción en la base de conocimientos. Este proceso, así como el resultado de él, son las ofertas de KIM para la anotación semántica.

KIM es una plataforma que ofrece un servidor, interfaz de usuario Web utilizando Internet Explorer. KIM está equipada con una Ontología de alto nivel denominada (KIMO), de alrededor de 250 clases y 100 propiedades. En cuanto a la tecnología subyacente, Kim está utilizando GATE, Sesame, y Lucene. Además esta herramienta posee, una base de conocimientos (KB KIM), pre-poblado con un máximo de 200 000 descripciones de entidad.

## **MnM**

Es una herramienta que proporciona la automatización y semi-automatización de los procesos para anotar las páginas Web con contenido semántico. MnM tiene entre sus componentes un navegador Web con un editor de Ontología. Proporciona APIs abiertas para enlazar con los servidores de la Ontología y para la integración de herramientas de extracción de información. Posee un arsenal lingüístico bien estructurado que le da fuerza para trabajar el inglés y el italiano, aunque su estructura esta resanada para varios idiomas. Funciona a través de un Server de Ontologías. Posibilita y trabajar sobre documentos no estructurados y HTML.

## **The SHOE Knowledge Annotator**

Parallel Understanding Systems Group Department of Computer Science University of Maryland. Es un producto de la universidad de Maryland. Es un programa en Java que permite a los usuarios la marcación de páginas Web sin tener que preocuparse por el código HTML. Este software trabaja con Ontologías específicas donde es necesario especificar el marco de referencia.

Para utilizar esta herramienta se debe utilizar al menos una Ontología o más de una si es necesario. Permite añadir, editar y eliminar botones. Con SHOE es posible anotar muchos documentos que están en el mismo dominio. El usuario elige una Ontología y decide en que clase va a marcar en la misma y en ella hace las anotaciones pertinentes. Es un producto cuyo eclecticismo es muy efectivo para diversos usuarios.

## **Aero DAML**

Se basa en técnicas de extracción desarrolladas a partir del PLN para asignar valores a clases y a contenidos. Se basa en Ontologías que no tienen que ser específicas de un dominio. El usuario declara la URL o la ubicación del documento Web y la herramienta crea la anotación de forma automática. Esta herramienta permite trabajar con las concepciones de trabajo de DAML (DARPA Agent Markup Language), que es, una variante de organización del conocimiento. DAML también trabaja con RDF. Su principal aporte está en que su forma de accionar se basa en técnicas de PLN.

## **Trellis Web**

Permite a los usuarios añadir sus observaciones, puntos de vista y conclusiones sobre la información que analizan, realizando anotaciones semánticas a los documentos y a otros recursos on-line (Beltrán, 2003; J. A. Senso, 2007). Funciona como un Modelo de análisis de dominio, pues estas estrategias de anotación declaradas por el usuario se utilizan en la mejora del sistema. Los operadores de este sistema necesitan un navegador Web capaz de soportar "frames". El mismo permite realizar anotaciones y ver las notaciones realizadas por el resto de usuarios.

## **Thresher**

Según Handschuh y Staab (2002) esta herramienta es una aplicación realizada en conjunto entre MIT y Google, su estrategia de construcción está basada en wrappers o Modelos semánticos de contenido a partir de Modelos de aprendizaje, generados mediante el desarrollo de TreeEdit-Distance, o sea mediante técnicas de agrupamiento y clasificación de automática esta herramienta es capaz de generar distancias entre varias entidades. El sistema tiene además un browser capaz de servir de mecanismos de hoqueo de páginas y anotaciones, el cual está basado en la aplicación de la TreeEdit-Distance. Además se presenta incrustado en un browser, lo cual le permite la relación con el usuario y los contenidos.

## **On Deep Annotation**

Es un sistema de anotación de documentos basado en una Ontología que permite obtener información a partir de un sitio Web. Tiene un servidor donde ocurren las marcaciones, mediante la relación cliente servidor, luego esa anotación es llevada a la Ontología y se construye un mapa de reglas semánticas que son almacenadas en una base de datos. Este proceso permite que el usuario realice anotaciones en las clases y en las instancias de clases, lo que es considerado como una anotación profunda.

A la hora de elegir un lenguaje para la definición de una Ontología deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- El lenguaje debe poseer una sintaxis bien definida para poder leer con facilidad la Ontología definida.
- Debe tener una semántica bien definida para comprender perfectamente el funcionamiento de la Ontología.
- Debe tener suficiente expresividad para poder capturar varias Ontologías.
- Debe ser fácilmente mapeable desde/hacia otros lenguajes ontológicos. Debe ser eficiente a la hora de realizar razonamiento.

Según parece no siempre hay correspondencia entre las metodologías y las herramientas de construcción de Ontologías. Casi siempre sólo permiten cubrir alguno de los aspectos del ciclo de vida de las Ontologías. Además las herramientas para la construcción de Ontologías son similares unas de otras aun cuando no muestren puntos de convergencia y adaptación a los cambiantes lenguajes, muchas veces muy lejos de las necesidades de los usuarios y de los proyectos de investigación actual.

### **II 1.3.8 Las Ontologías y los sistemas de información**

**Los sistemas de información (SI)** son esencialmente artefactos de conocimiento que capturan y representan el conocimiento sobre ciertos dominios. Los profesionales e investigadores de los SI han tratado tradicionalmente con los problemas de identificar, capturar, y representar el conocimiento del dominio dentro de los SI (Barchini & Álvarez-Herrera., 2011).

De acuerdo con Sheth (2005), la nueva generación de los SI deberá ser capaz de resolver la interoperabilidad semántica, en la cual un hecho puede ser más que una descripción, para poder hacer un buen uso de las informaciones disponibles como la llegada de Internet y la computación distribuida.

La forma de resolver dicho problema consiste en crear un entendimiento compartido, como son las Ontologías, que unifican los diferentes puntos de vista y sirven para:

- Entender cómo diferentes sistemas comparten informaciones.
- Descubrir ciertas distorsiones presentes en los procesos cognitivos de aprendizaje en un mismo contexto.
- Formar patrones para el desarrollo de SI.

Es así como, el uso de Ontologías en el desarrollo de los SI permite establecer correspondencia y relaciones entre los diferentes dominios de entidades de información.

Frank (1997), acredita que el uso de Ontologías en el desarrollo de los SI contribuye a mejorar la calidad del producto final.

Las Ontologías pueden proveer los mecanismos para organizar y almacenar ítems que incluyen esquemas de las bases de datos (BD), objetos de interfaz de usuario, y programas de la aplicación. Es decir, las Ontologías están llegando a ser una herramienta fructífera en la investigación y desarrollo de la disciplina de los SI (Guarino & Giaretta, 1995; Pisanelli, 2004; Viinikkala, 2003).

Esto ha llevado a la noción de SI basados en Ontología (SIBO), un concepto que, aunque en una fase preliminar de desarrollo, abre nuevas maneras de pensar sobre las Ontologías y los SI en conjunción una con otra, y cubre las dimensiones estructurales, las dimensiones temporales de los SI e involucra tanto a los desarrolladores como a los usuarios de los SI (Barchini & Álvarez-Herrera., 2011).

Las Ontologías y los SIBO están desarrollándose y aplicándose en una variedad de áreas de aplicación emergentes tales como modelización de empresas, diagnósticos, toma de decisión, planeamiento y adaptación, modelado de procesos y sistemas (Obitko, 2003).

### II 1.3.8.1 El rol de las Ontologías en los SI

La Ontología como "el estudio metafísico de la naturaleza de ser y la existencia" es tan antigua como la disciplina de la filosofía. Recientemente, la Ontología se ha definido como "la ciencia de lo que es, de los tipos y estructuras de objetos, propiedades, eventos, procesos, y relaciones en cada área de la realidad" (Smith en Schold, 2005). Mientras sigue siendo un área fecunda de investigación en el campo de la filosofía, la Ontología es actualmente materia de investigación, desarrollo, y aplicación en disciplinas relacionadas con la computación, la información y el conocimiento.

Las Ontologías generalmente se usan para especificar y comunicar el conocimiento del dominio de una manera genérica y son muy útiles para estructurar y definir el significado de los términos.

Se puede afirmar que un SI tiene su propia Ontología implícita, ya que se atribuye significado a los símbolos usados según una visión particular del mundo. Sin embargo, de manera explícita, una Ontología puede tener distintos roles en un SI (Barchini & Álvarez-Herrera., 2011).

Otros autores como (Guarino & Giaretta, 1995; Jasper & Uschold, 1999; Milton & Kazmierczak, 2001; Wand & Weber, 1990), teniendo en cuenta los beneficios que ofrecen las Ontologías en los SI, abordan el rol de las Ontologías en los SI desde dos perspectivas:

- Como un soporte para el análisis conceptual de métodos y técnicas de los SI.
- Como un soporte para el diseño, desarrollo y uso de los SI. En esta perspectiva se analizan dos dimensiones: la **visión de los desarrolladores**, concerniente a la manera en que una Ontología ayuda o se usa para desarrollar un SI y la **visión del usuario**, relativa a la manera en que una Ontología facilita la tarea del mismo al interactuar con el SI.

#### **Desde la visión del desarrollador.**

El desarrollador de software se enfrenta con problemas relacionados con la identificación, captura y representación del conocimiento de un dominio específico y las principales tareas que aborda son:

- a) El **análisis de requisitos** del sistema, en donde se analizan y documentan las necesidades de información que deberán ser soportadas por el sistema a desarrollar.
- b) La **especificación funcional** del sistema (arquitectura lógica) de forma independiente del entorno técnico.
- c) El **diseño** del sistema que se aplica a cuatro características distintas del software: la estructura de los datos, la arquitectura de las aplicaciones, la estructura interna de los programas y las interfaces.

En algunas de estas tareas las Ontologías pueden tener un rol importante como se mostrará a continuación.

#### **a) Especificación de requisitos**

Es factible usar una Ontología que modele el dominio de aplicación y proporcione un vocabulario para la especificación de requisitos (ER) (Jasper & Uschold, 1999) del sistema a diseñar.

El rol que la Ontología juega en la especificación varía con el grado de formalidad y automatización de la metodología de diseño (Barchini & Álvarez-Herrera., 2011).

En una aproximación informal, las Ontologías facilitan el proceso de identificación de los requisitos de un sistema y el entendimiento de las relaciones entre los componentes del sistema. Esto es importante cuando se desarrollan SI en el que intervienen equipos de personas que trabajan en dominios diferentes. En una aproximación formal, una Ontología provee una especificación declarativa de un SI que permite razonar para qué el sistema está diseñado (Uschold, 2007).

Por otra parte, es necesario destacar que las técnicas de educación, utilizadas en Ingeniería del Conocimiento, cada vez se utilizan con mayor frecuencia en la reducción de requisitos en un contexto organizacional determinado. En este sentido, el usuario es considerado como un experto en su ámbito de trabajo (Barchini & Álvarez-Herrera., 2011).

Los principales beneficios de utilizar Ontologías en la ER son la fiabilidad de la especificación obtenida (Uschold, 2007)), la disminución de ambigüedad en los requisitos, la mejor documentación y la reducción del tiempo insumido en la adquisición de información / conocimiento.

#### **b) Modelado de datos.**

Un Modelo de datos describe la estructura lógica de los datos y su aplicación. Es decir, es la descripción esquemática de las instancias del Modelo, estas instancias representan los datos que son usados por la aplicación. Se han hecho muchas extensiones del Modelo entidad - relación para tratar de capturar el significado de los datos (la parte semántica); por ejemplo, el Modelo de datos orientados a objetos (Frank, 1997). Sin embargo, estos Modelos aún presentan limitaciones tales como considerar un solo punto de vista del mundo y una sola posible interpretación de las instancias de interés.

En el uso de Ontologías para el modelado de datos, es necesario diferenciar dos situaciones según el momento en que se encuentra el SI: en tiempo de desarrollo o en tiempo de mantenimiento.

- **En tiempo de desarrollo.**

Cuando el esquema de la BD se obtiene a partir del análisis de los datos del dominio, del documento de ER y del conocimiento extraído de Ontologías existentes en la Web (Ontologías extrínsecas).

El modelado de datos con Ontologías tiene los siguientes beneficios: a) disminución del tiempo de diseño del esquema al rehusar el conocimiento existente de Ontologías disponibles y b) disminución de heterogeneidad semántica, ya que las BD, de las aplicaciones existentes o futuras, de un mismo dominio comparten la misma Ontología, resultan ser homogéneas o con escasa posibilidad de heterogeneidad semántica.

- **En tiempo de mantenimiento.**

Este es el caso de las BD que están en funcionamiento, existen otros SI o BD en el mismo contexto que necesitan interoperar. Generalmente, en esta situación, surgen problemas de operabilidad debido a la heterogeneidad de esquemas e incompatibilidades semánticas. La heterogeneidad semántica aparece cuando los SI no tienen la misma interpretación de la información que pretenden intercambiar, o sea, el significado de un ítem es diferente para los distintos SI o BD.

El proceso de integración se desagrega de acuerdo a los distintos enfoques existentes (Heiner, 2005).

El enfoque de integración con una **única** Ontología integra BD existentes y heterogéneas usando una Ontología (creada por el desarrollador para ese fin) que proporciona un vocabulario compartido.

En el enfoque de integración con Ontologías **múltiples** cada fuente de información o BD se describe con su propia Ontología. Esta arquitectura ontológica puede simplificar la tarea de integración y soporta el cambio; por ejemplo, la inserción y eliminación de fuentes de información o BD.

El enfoque de integración **híbrido**. Al igual que los enfoques de Ontologías múltiples, las semánticas se describen con su propia Ontología. Con el fin de permitir que las Ontologías locales sean comparables entre sí se desarrolla un vocabulario compartido global.

Estos enfoques de integración usando Ontologías permite la interoperatividad entre múltiples aplicaciones, esto es posible porque se accede a la misma información almacenada en BD distintas) (Jasper & Uschold, 1999):

- a) Enfoque con Ontología única.
- b) Enfoque con Ontologías múltiples.
- c) Enfoque híbrido.

### c) Diseño del sistema.

- **Diseño de programas de aplicación:** los programas de aplicación son una parte importante de muchos SI.

Normalmente contienen mucho conocimiento del dominio que, por varias razones, no se guarda explícitamente en una BD. Algunas partes de este conocimiento se codifican en la parte estática del programa en la forma de tipo o declaraciones de clases, otras partes están implícitamente en la parte procedimental del programa. Ambas partes son susceptibles de transformarse con la ayuda de una Ontología (Guarino & Giaretta, 1995).

A partir de una Ontología, la parte declarativa y procedimental se convierten en una base de conocimiento y en un motor de inferencias, respectivamente. Se obtiene de esta manera un sistema basado en conocimiento (SBC).

En el caso del desarrollo de un nuevo SI, los programas se diseñan y desarrollan usando Ontologías, obteniendo, de esta manera, un SIBO. En cambio, si los programas ya existen, pueden ser convertidos usando Ontologías (Barchini & Álvarez, Herrera 2011).

Los beneficios de diseñar o convertir programas de aplicación mediante Ontologías radican en que se aumenta la calidad interna del software y se facilita el mantenimiento, la extensibilidad, la flexibilidad y la transparencia.

- **Diseño de Interfaz de Usuario:** en el diseño de interfaces se pueden utilizar Ontologías y de esta manera incluir conocimiento semántico (Guarino & Giaretta, 1995).

Los beneficios de usar Ontologías en la interfaz de usuario radican en que el diseño obtenido tiene calidad externa y se facilita la tarea del desarrollador porque la interfaz incluye una verificación de las restricciones contenidas implícitamente en las clases, relaciones y axiomas de la Ontología.

### Desde la Visión del Usuario.

- Uso explícito:** en esta situación el usuario es consciente, o sea conoce la existencia de la Ontología y puede usar la misma como vocabulario. El usuario es libre de adoptar sus propios términos en el lenguaje natural los cuales son mapeados al vocabulario del SI (Guarino & Giaretta, 1995).
- Uso implícito:** en esta situación el usuario no es consciente del uso de la Ontología. El usuario usa la Ontología como parte normal de su interacción con el SI (Guarino, 2005) para hacer preguntas o para navegar. Las preguntas del usuario son manejadas por una Ontología e indirectamente apoyan el proceso de las consultas para acceder a la información del sistema. Estas preguntas son más intuitivas para el usuario no experimentado.

Los beneficios de utilizar Ontologías, desde el punto de vista del usuario, radican en que se facilita la navegación en el SI y la posibilidad de usar diferentes términos (sinónimos, hiperónimos, e hipónimos) del dominio de aplicación.

De esta manera, se consigue mayor amigabilidad y se alivian los problemas relacionados con la semántica de la información.

#### **II 1.3.8.2 Modelos ontológicos de los Sistemas de Información**

Después de haber enumerado y analizado algunos de los campos en los que se pueden aplicar Ontologías, a continuación, se muestran ejemplos específicos de sistemas reales que utilizan una Ontología para su funcionamiento. Cabe resaltar, que el uso de Ontologías, en el ámbito de internet y de sistemas de recuperación de información, está aumentando continuamente, siendo muy rápida, por tanto, la evolución de su estado del arte. Sirvan estos pocos ejemplos para componer una fotografía del panorama actual (P. Castells, 2002; Macías, 2003).

Un SI es, en esencia, una representación de fenómenos del mundo real (Wand & Weber, 1990). Por lo tanto, si se conoce cómo está constituida la realidad, se podrán elaborar mejores Modelos de la misma y, por ende, mejores SI. Es por ello que los investigadores se esfuerzan en la construcción de teorías dirigidas a determinar cómo se estructuran los SI en base a diversas posturas ontológicas referidas a cómo está constituido el mundo real.

Así surgen los diferentes Modelos ontológicos de los SI, que consisten en construcciones abstractas que indican los principales componentes estructurales y dinámicos de un SI, conforme a una Ontología filosófica determinada.

#### **II 1.3.8.3 La Ontología en el contexto del análisis del dominio**

Estos Modelos se centran en formulaciones declaradas inicialmente por Hjørland y Albrechtsen en la década del 90 del pasado siglo. A su vez estos postulados son modelizaciones conceptuales en constante movimiento (Leiva, 2009; López-Huertas, 2008).

Según López-Huertas el dominio temático como Modelo y referente para el diseño y elaboración de estructuras de conocimiento es un proceder importante para el desarrollo de sistemas de representación de la información individuales, pues permite analizar y estructurar los dominios de forma independiente (López-Huertas, 2008).

Es por ello que es imposible tratar todos los dominios con los mismos criterios estructurantes. Desde las Ciencias de la Información se considera preponderante el tratamiento de las comunidades de discurso como herramienta diferenciadora, esto hace que se considere el conocimiento del dominio

en cuestión como unidad de análisis para la representación y la organización del conocimiento. Esta aseveración viene a mostrar diversas divisiones del análisis de dominio, las cuales tienen diversas formas como: ontológicas, epistemológicas, sociales (J. A. Senso, Leiva-Mederos, & Domínguez-Velasco, 2011 ).

Las teorías ontológicas que se desarrollan dentro del análisis de dominio facilitan el conocimiento del mundo y sus objetos, además describen la realidad y su estructura. Para López-Huertas (2008) el valor esencial de estas teorías está en su capacidad de reconocer la naturaleza de los fenómenos conocidos, independientemente de los medios utilizados para conocerlos. El principio ontológico constituye una forma intelectual de organización del conocimiento frente a la utilización de principios sociológicos para la organización del conocimiento, pues en su aplicación subyace una forma detallada del conocimiento.

Es su forma práctica el conocimiento ontológico asume estructura de clasificaciones especializadas, tesauros y Ontologías, herramientas útiles en el desarrollo de resúmenes. Todos estos productos se constituyen por conceptos centrales de un dominio determinado y sus relaciones semánticas correspondientes. Estos productos pueden subdividirse de la forma siguiente (López-Huertas, 2008):

- Indización y recuperación de la información especializada (Se refiere a la representación de los documentos especializados).
- Estudios empíricos del usuario: Pueden dar información sobre las diferentes necesidades de información e distintas comunidades.
- Estudios bibliométricos: Visualizaciones de los mapas científicos. Evidencia conexiones detalladas entre los documentos.
- Estudios del documento: Su importancia está relacionada con la introducción de sistemas de recuperación de la información a texto completo.
- Estudios epistemológicos y críticos: Proporcionan conocimiento sobre los fundamentos teóricos de una disciplina o temática. Dan directrices para la selección, organización y recuperación de la información.
- Estudios terminológicos, semántica de las bases de datos y estudios del discurso.
- Estudios de la estructura y las instituciones en comunicación científica. Cognición científica, conocimiento experto e IA.

El filósofo (Chisholm, 1996) propuso una Ontología de sentido común crítico. El sentido común crítico demanda un estándar riguroso de soporte para el conocimiento a adquirir. En base a esta postura epistemológica, (Milton & Kazmierczak, 2001; K. Milton & Kazmierczak, 2006) sostienen que la

**Ontología de Chisholm** puede ser utilizada (sin necesidad de adaptaciones) para el análisis ontológico de los lenguajes de modelación de datos. Para ello, estos autores propusieron un Modelo que permite evaluar los lenguajes desde el punto de vista ontológico. Por lo tanto, se puede considerar que la Ontología de Chisholm constituye en sí misma un Modelo ontológico de SI.

Por otra parte (Bunge, 1979) es el autor de Ontología filosófica que más influencia tuvo en los SI. Esta Ontología se basa en un realismo científico, el cual requiere una comprensión teórica profunda y detallada de la realidad, propia de la ciencia contemporánea. La Ontología de Bunge sostiene que el mundo está hecho de sistemas interconectados. En base a esta postura epistemológica, (Wand & Weber, 1990) construyeron el **Modelo ontológico BWW** (Bunge-Wand-Weber). Este es un Modelo de descomposición de los SI. Es formal, libre de contenido, compuesto por: el Modelo de representación, el Modelo de transición de estados y el Modelo de buena descomposición.

La Ontología DOLCE (Masolo, 2004) tiene como objetivo describir las categorías ontológica subyacente al lenguaje natural y el sentido común humano. Integra esfuerzos de investigación LADSEB-CNR para el desarrollo de lenguajes de representación de Ontologías denominado Wonder Web Foundational Ontologies Library y forma parte del proyecto de especificación de una Ontología basada en lógica de primer orden, lógica modal.

El GFO (Herrero-Solana & Rios-Gomez, 2006) es una Ontología de aplicación de alto nivel utilizadas en Biomedicina bajo el Grupo de Investigación Onto-Med. Además de esta aplicación principal, el GFO también se utiliza como una base ontológica para el modelado conceptual. La Ontología se estructura en tres niveles: abstracto, núcleo y básico. Estos niveles incluyen objetos y procesos, además de módulos especializados en la medicina, la economía y la sociología.

Estos Modelos abstractos de los SI constituyen un importante soporte teórico para el proceso de modelación y, por lo tanto, se utilizan para la evaluación de los lenguajes o técnicas de análisis y diseño de SI. En general, esta evaluación radica en que los lenguajes que cumplen con los aspectos considerados en los Modelos ontológicos son más eficientes que aquellos que no los contemplan (Davies & Chappell, 2004; Green & Rebecca, 2014; K. Milton & Kazmierczak, 2006; Opdahl, 2001).

En síntesis, se conjetura que la Ontología de Chisholm es útil para la modelación de fenómenos que están relacionados a dominios de aplicación donde dominan los temas sociales o humanos, debido a que se trata de una Ontología de sentido común. Por el contrario, la Ontología de Bunge se adaptaría mejor a ambientes de implementación o dominios de aplicación donde los aspectos humanos o sociales están ausentes (Milton & Kazmierczak, 2006).

A partir de las Ontologías filosóficas y los Modelos ontológicos de los SI disponibles, se pueden crear y/o modificar lenguajes o técnicas de modelación de los SI.

#### **II 1.3.8.4 Sistemas actuales basados en Ontologías**

**MKBEEM** (Multilingual Knowledge Based European e-Market - Mercado electrónico europeo multilingüe basado en la gestión de conocimiento)

Se trata de un portal multilingüe de comercio electrónico que combina procesamiento basado en Ontologías y procesamiento de lenguaje natural con el fin de proporcionar servicios multilingües de mediación para el comercio electrónico. La combinación del procesamiento del lenguaje natural con Ontologías desempeña un papel decisivo en:

- La creación de una correspondencia entre una consulta en lenguaje humano y su representación en términos ontológicos.
- La producción de servicios combinados a partir de productos o servicios procedentes de los catálogos de diferentes proveedores de contenido.
- La creación de una correspondencia entre consultas ontológicas, que proporcionan una visión abstracta de la información existente, y sus representaciones ontológicas de los catálogos. Los catálogos recogen los servicios ofrecidos, que deben tener implementada una consulta ontológica asociada.
- La descripción del dominio de conocimiento. Las Ontologías proporcionan una representación consensual de dominios permitiendo los intercambios independientemente del lenguaje final, el servicio o el proveedor de contenidos.

Concretamente MKBEEM introduce las ventajas de una concepción multilingüe en todos los estados del ciclo de la información (generación y mantenimiento de contenidos multilingües, traducción automática, e interpretación y mejora de la interactividad natural y de la usabilidad del servicio con introducción de lenguaje natural no sujeto a restricciones)(Castells, Macias, & Puerta, 2004).

Éste es un ejemplo típico del uso de Ontologías en el ámbito del comercio electrónico basado en lenguaje natural. Para una mayor claridad, a continuación se muestra en dos figuras (Figura 2, Figura 3), la arquitectura del sistema y la interfaz de usuario.

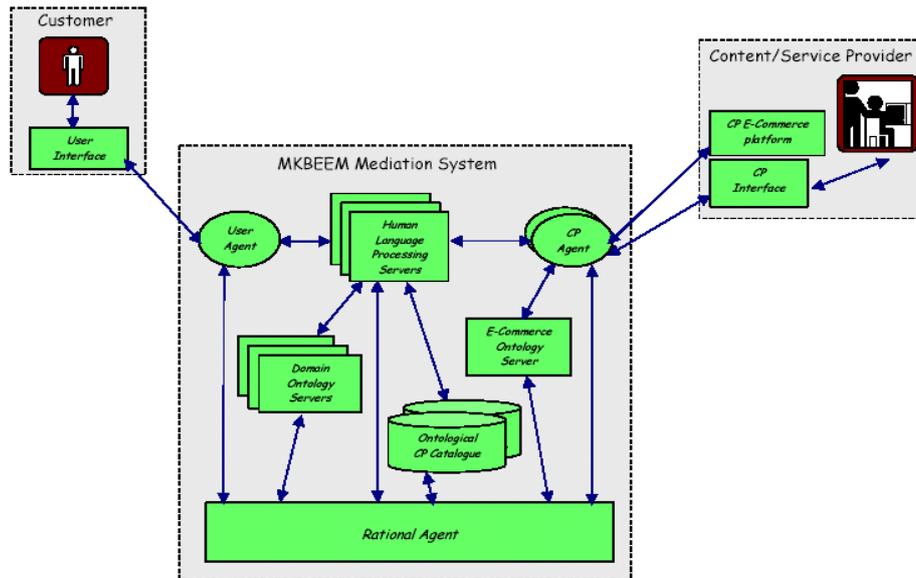


Figura 2 Arquitectura del sistema MKBEEM (Castells et al., 2004)

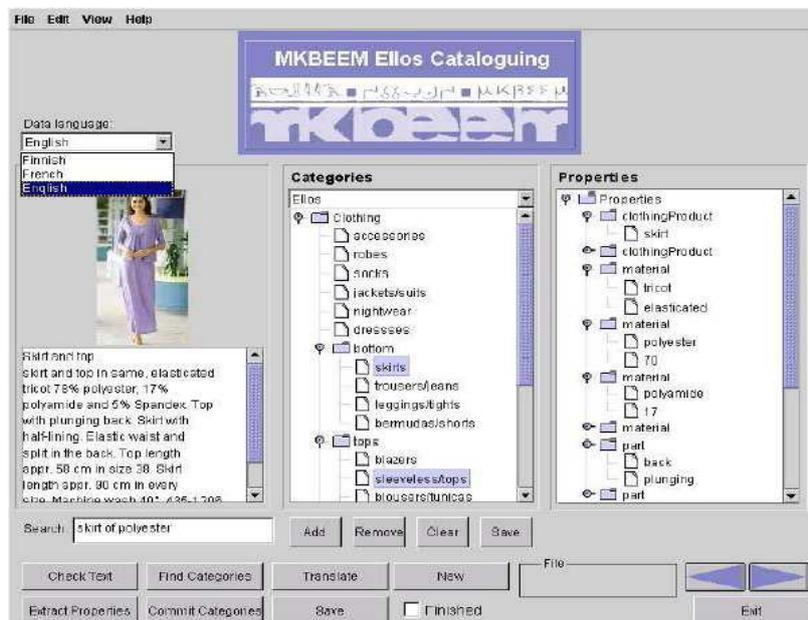


Figura 3 Interfaz de usuario MKBEEM (Castells et al., 2004)

**MESIA** (Modelo Computacional para Extracción Selectiva de Información de textos cortos).

Se trata de un prototipo cuyo objetivo es la recuperación de documentos de la web de la Comunidad Autónoma de Madrid utilizando recursos lingüísticos, para mejorar los resultados que ofrecen los buscadores tradicionales (Martínez & García-Beltrán, 2000). Para conseguirlo, se añaden a la consulta características semánticas y estructurales obtenidas a partir del análisis del contenido de las páginas por el sistema que integra recursos disponibles para el tratamiento automático del castellano (Aries y EWN-español).

Básicamente, el sistema transforma una consulta en lenguaje natural en una consulta formal, extendiendo los términos significativos de la consulta formal utilizando conocimiento lingüístico (mediante variaciones morfológicas y términos sinónimos o semánticamente relacionados). A continuación, con la información obtenida tras efectuar la consulta, un módulo “wrapper” se encarga de extraer la información textual que será tratada posteriormente por el módulo analizador de cadenas significativas. Este análisis produce una estructura de rasgos semánticos que describen superficialmente el texto de una página. Las estructuras de rasgos obtenidas para las páginas resultado de una búsqueda se envían tanto a un gestor de conocimiento extraído (se encarga de gestionar la Ontología) para almacenarlas para futuras consultas, como a un presentador de resultados para organizarlas y visualizarlas al usuario (Castells et al., 2004).

**SCASEM** (Sistema de catalogación semántica). Es un proyecto del Grupo Planeta para adaptar al nuevo mercado la gestión de sus fondos (enciclopédicos, iconográficos, cartográficos y audiovisuales), que constituyen el Banco de Contenidos Planeta (BCP), junto con la Base de Datos de Conocimiento (BDCon) y un conjunto de herramientas lingüísticas (Marín, Marenciano & Pérez, 2003). El BCP está organizado y codificado mediante el uso de sistemas de gestión de contenidos basados en SGML y XML, sistemas de catalogación automática y de búsqueda por lenguaje natural (Herrero-Solana & Morales del Castillo, 2004).

La base de conocimiento (BDCon) contiene una Ontología multidimensional y constituye la herramienta central del sistema de clasificación del banco (el núcleo del sistema).

Esta Ontología está organizada alrededor de una columna vertebral compuesta por un extenso temario conectado con un diccionario de raíces, y una serie de estructuras de conocimiento.

Cada elemento del banco de conocimiento (BCP) está identificado de forma unívoca utilizando distintos parámetros:

- El tipo de entidad del que se trata, organizado en un árbol tipológico (ATIP).
- El área temática a la que pertenece la entidad, organizado en un árbol temático (ATEM).
- El tipo de entidad desde el punto de vista del continente, no del contenido (tipo de palabra o tipo de documento) tomando en cuenta el soporte en que se encuentra.
- Organizado en un árbol de tipos de soporte (ASOP).
- El lugar al que se puede asociar la entidad, organizado en una estructura geográfica (EGEO).
- El período temporal o fecha al que se puede asociar la entidad, organizado en una estructura cronológica (ECRON) (Castells et al., 2004; P. Castells, 2003).

**PEGASUS** (Presentation modeling Environment for Generic Adaptive hypermedia Support Systems). Es un sistema de presentación dinámica en entornos web para representaciones personalizadas del conocimiento (Castells et al., 2004). Se trata de un sistema genérico de presentación para sistemas hipermedia de enseñanza adaptativa altamente independiente de la representación del conocimiento del dominio y del mantenimiento del estado de la aplicación. La generalidad se consigue proporcionando un marco de aplicación para la definición de Ontologías que mejor se ajustan a un dominio o un autor concreto. La presentación de las páginas se describe en términos de clases y relaciones de la Ontología. Se utiliza un Modelo explícito de la presentación, separado de los contenidos del curso, para permitir a los diseñadores un extenso control sobre la generación de todos los aspectos de la presentación, con un coste de desarrollo moderado (Herrero-Solana & Morales del Castillo, 2004).

En PEGASUS, las Ontologías se utilizan para proporcionar la máxima flexibilidad en la representación del conocimiento pedagógico. Son, además, un elemento esencial para conseguir la separación entre presentación y contenidos. La Ontología del dominio en PEGASUS consiste en un conjunto de las clases que mejor se adecuan a un campo de aplicación determinado, o que reflejen la visión particular de un autor sobre el dominio (Castells et al., 2004).

Las Ontologías incluyen elementos para representar información sobre la materia (un teorema tiene un enunciado y una demostración), información pedagógica (las lecciones tienen niveles de dificultad), e información sobre el estado del usuario y del entorno en tiempo ejecución (un concepto es conocido o no por el estudiante). Todo este conocimiento se recoge mediante la definición de atributos para las clases, y relaciones entre clases (Herrero-Solana & Morales del Castillo, 2004).

#### **Generación Automática de una Base de Datos desde Documentos de la Web.**

El propósito de este sistema es la extracción de información de documentos HTML y la construcción de una base de datos a partir de dicha información (Ferreiro, Motz, Perelló, & Wonsever, 2000; Herrero-Solana & Morales del Castillo, 2004). Para alcanzar este fin se utiliza una Ontología de dominio, capaz de interpretar el contenido de un fichero HTML para almacenarlo en la base de datos.

El sistema reconoce la información, contenido relevante de una página web, la clasifica, infiere los conceptos de los datos que son encontrados y reconocidos dentro de las restricciones definidas para la extracción de la información, y por último, consolida la información que se encuentra en forma de tablas y sus títulos encontrada en las páginas web analizadas (la almacena en la base de datos).

**KeyConcept:** Motor de búsqueda conceptual. Es un motor de búsqueda que recupera documentos usando una combinación de conceptos y palabras clave (Madrid- Molina, 2004). Los documentos se

clasifican automáticamente asociados. Los conceptos relacionados con la consulta son introducidos manualmente por el usuario, o determinados automáticamente mediante una pequeña descripción textual de la consulta (Herrero-Solana & Morales del Castillo, 2004).

### **Modelo ontológico como apoyo a la asignación de recursos MOAR.**

El objetivo del MOAR es proponer un Modelo para el diseño de Ontologías que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el proceso de asignación de recursos en aquellos casos donde se reúnan las características expuestas en el Modelo (Perez-Soltero, Barcelo-Valenzuela, Sanchez-Schmitz, & Navarro-Hernandez, 2005). Este Modelo plantea una estructura general que sirve de base para el diseño de Ontologías cuya finalidad sea la de asignar dos recursos (Individuo, Lugar) a actividades con períodos de tiempo definidos con antelación. Es decir, dada una actividad (a) que debe realizarse en un periodo de tiempo (t) se quiere determinar si existe algún individuo (i) que pueda realizarla durante ese periodo de tiempo y/o si existe un lugar (l) donde pueda realizarse durante ese periodo de tiempo.

El Modelo contiene implícitamente todas las relaciones posibles que pueden darse entre sus elementos (Individuo, Actividad, Lugar y Período de Tiempo) de tal manera que la Ontología que quiera diseñarse bastará con hacer corresponder a cada uno de estos elementos los conceptos correspondientes del problema específico. Una vez hecha esta correspondencia, estos conceptos heredan automáticamente las ocho relaciones definidas en el Modelo MOAR.

Este Modelo puede aplicarse para diseñar Ontologías en aquellos casos y/o problemas que reúnan las siguientes características:

- El problema de interés debe estar descrito en términos de los cuatro elementos del Modelo.
- Al menos existe una relación de cada elemento con cualquier otro elemento del Modelo, en otras palabras, todos los elementos tienen al menos una relación con algún otro elemento del Modelo.
- Cuando se desea asignar los recursos (Individuo y/o Lugar) a actividades que deben realizarse en periodos de tiempo definidos, significa que se conoce con anterioridad qué actividades desean realizarse y en qué periodo de tiempo se realizará su ejecución.

En conclusión, el Modelo MOAR facilita el diseño de Ontologías que apoyen la toma de decisiones en el proceso de asignación de recursos (Individuo y/o Lugar) a las actividades que se realizan durante un período de tiempo definido. Además, al menos existe una relación de cada elemento con cualquier otro elemento del Modelo (Perez-Soltero et al., 2005).

## **II 2 Aplicación de Ontologías en Sistemas de Gestión del conocimiento**

Las Ontologías fueron creadas con el ánimo de ser usadas para representar conocimiento, para convertir conocimiento implícito a conocimiento explícito, por estas razones su aplicación en administración de conocimiento es natural. En efecto, diferentes arquitecturas de gestión de conocimiento (KMS, por sus siglas en inglés) las utilizan. A continuación se sintetizará la intención de las Ontologías en los KMS más representativos.

**Sistema de memoria Organizacional** : En esta arquitectura existe una Ontología llamada Ontología de Memoria de Grupo utilizada como una especificación de términos de alto nivel y su relación, que representa las diferentes dimensiones de conocimiento dentro de un grupo de trabajo organizacional. El objetivo de la Ontología es facilitar la comunicación entre los miembros de un grupo (Vasconcelos, 2000).

**Memoria Corporativa Organizacional:** esta arquitectura propone diferentes clases de Ontologías en los KMS. Una Ontología de información que contiene todos los aspectos de la información y de las fuentes de conocimiento que no tienen contenido específico. Un dominio ontológico para modelar contenidos de fuentes de información y una Ontología empresarial para describir el contexto de los términos de Ontología informacional en un contexto empresarial (Abecker, 2012; Vasconcelos, 2000).

**FRODO** (Plataforma para Memorias Organizacionales Distribuidas): Esta arquitectura se enfoca en técnicas para el análisis de documentos y en la extracción de conocimiento de manera automática o semi-automática; para luego representarla usando Ontologías (Van Elst, Dignum, & Abecker, 2004).

**CoMMA** (Corporate Memory Management through Agents): La contribución más importante de esta arquitectura es el uso de agente para recuperación de documentos. Los documentos son descritos usando Ontologías que permiten hacer anotaciones semánticas que representen propiedades de recursos Web y sus relaciones (Perez-Soltero et al., 2005).

**SME** (Sistema de soporte comunitario de conocimiento): La intención del SME es unificar y poner en contexto los conceptos y términos de los dominios de industria envueltos (Moreira, 2013).

**OKMS** (Ontology-based Knowledge Management System): Proponen la incorporación de un servidor ontológico que contenga un dominio ontológico que es usado para anotar documentos empresariales, también incorporaron un administrador de Ontología que provee envoltorios (wrappers) que muestran el contenido de las diferentes aplicaciones existentes al nivel ontológico (Maedche, 2003).

**Arquitectura distribuida de administración del conocimiento:** Esta arquitectura toma en cuenta que las arquitecturas distribuidas tienen autonomía a nivel tecnológico, sintáctico y semántico; por esta razón proponen el uso de Ontologías para representar contextos locales y así con el uso de técnicas de descubrimiento de conocimiento dan una integración colectiva de vistas virtuales (Bonifacio, Bouquet, & Traverso, 2002).

**Ontología basada en el modelado de arquitecturas del usuario:** Esta arquitectura provee servicios personales basados en las características del usuario. Para conseguir esto usan Ontologías para describir los usuarios, y sus integraciones con la administración de conocimiento del sistema. Proponen el uso de tres Ontologías diferentes: Ontología de usuarios, que estructura las diferentes características de los usuarios y sus relaciones; Ontología de dominio que define el dominio y la aplicación de conceptos específicos y sus relaciones; y Ontología log que define las semánticas de la interacción del usuario con el sistema (Razmerita, Angehrm & Maedche, 2003).

### **II 3 El uso de Ontologías en Sistemas para la toma de decisiones**

#### **II 3.1 La Toma de decisiones. Aproximaciones teóricas**

La teoría de las decisiones se basa en saber escoger la vía correcta, atendiendo a conocimientos, habilidades técnicas y artísticas adquiridas, además de las experiencias obtenidas entre diversas alternativas para satisfacer y solucionar situaciones polémicas determinadas en fines contenidos en una estrategia.

La decisión es efectiva, cuando como resultado ha sido de agrado o satisfacción a la mayoría, o al menos a un alto por ciento de las personas que forman parte, o de cierta manera es incidente en ellas y si esta ha logrado el fin deseado y si ha sido en el momento oportuno en que la decisión ha debido ser tomada.

Es evidente la gran trascendencia que tiene la toma de decisiones para el ser humano. Cuando las personas no saben cómo seguir o que decidir cuándo se enfrentan a una problemática determinada, se les genera una difícil situación y está claro que con el surgimiento de un problema hay que tomar una decisión. A partir de la situación polémica se analizan alternativas y se elige por consiguiente la que nos parezca suficientemente racional y que nos resulte el máximo de nuestras expectativas luego de la acción de tomar la decisión. En el proceso de análisis y valoración interna previo a la toma de decisiones, se planifica ya la actividad de control, lo que incluye nuevas decisiones que propician el cambio o no de la decisión final. De esta manera se manifiesta en los seres humanos la inteligencia en el proceso de funcionamiento en la acción de tomar decisiones.

La toma de decisiones, es un proceso de pensamiento que ocupa toda la actividad que tiene por finalidad la solución de problemas (Rodríguez & López - Huertas, 2013). La acción es mediador entre la interiorización mental de haber tomado una decisión y la materialización de la decisión tomada, luego que se lleva a la acción una decisión tomada, sale del espectro mental de lo representativo del problema analizado.



**Figura 4 Característica de la toma de decisiones (Rodríguez & López-Huertas, 2013)**

En la Figura 4 se pretende representar las características de la toma de decisiones, donde se muestra que siempre que se quiere tomar una decisión es con el objetivo de alcanzar alguna meta, y para ello se precisa identificar un conjunto de acciones posibles a tomar, requiriéndose información para cada una de esas acciones; todo esto generará alternativas, que requieren de creatividad, enfatizando en que a mayor cantidad de alternativas, más opciones tendrá a la hora de tomar la decisión y esto tributará positivamente en la misma. En la concepción obtenida es preciso de augurar resultados y estos deben estar dirigidos hacia una visión futurista de la solución del problema, que permitirá entonces tomar la mejor alternativa para entonces implementar la decisión, identificado por la acción de la misma (Rodríguez & López - Huertas, 2013).

Las decisiones son la clave del éxito y en ocasiones pueden aparecer momentos difíciles en que puedan presentar dificultades, duda y exaltación. Muchos directivos deben tomar decisiones importantes durante su desempeño en su organización o institución, que tienen una repercusión drástica en las operaciones de la organización donde trabaja. Los investigadores de las distintas ramas científicas también deben tomar decisiones y estas podrían involucrar la ganancia o pérdida de grandes sumas de dinero o el cumplimiento o incumplimiento de la misión y las metas de la empresa, así como la emisión de nuevas teorías científicas, nuevos Modelos o el correcto diseño experimental. La complejidad del mundo contemporáneo de hoy trae consigo el aumento en la dificultad de las tareas de los decisores. Con frecuencia el decisor toma decisiones de rutina que son concebidas con rapidez sin hacer necesario un proceso detallado de observaciones. Por otra parte es necesario planificarse el tiempo necesario y recurrir a todos los posibles recursos existentes cuando la decisión es compleja o crítica, estas no son las que se pueden ejecutar a la ligera pues pueden salir mal o llevar directo al fracaso (Rodríguez & López - Huertas, 2013).

La Teoría de la toma de decisiones y la Teoría del análisis de las decisiones son típicamente clasificadas en dos: descriptiva y prescriptiva. Las descriptivas se encargan de identificar y comprender cómo los individuos toman decisiones y los factores que inciden en el proceso. La prescriptiva, por su parte, profundiza y propone mecanismos para desarrollar el proceso, establece aportes metodológicos para aproximarse a la mejora del proceso de toma de decisiones. Sin embargo, una tercera categoría es en ocasiones usadas: normativa (Meacham, 2004).

Estas teorías permiten a los decisores seguir un curso de acción inflexible, así como emplear Modelos o métodos que siguiendo las bases teóricas y particularidades de estas teorías les permitirá tomar mejores decisiones.

Se ha podido constatar que la toma de decisiones se presenta unida a la situación de un problema y las posibles soluciones que se analicen, se puede considerar como un subproblema del problema principal, es decir, un proceso de toma de decisiones dentro de otro en el ciclo de vida de la toma de decisiones. Es importante destacar el papel que juegan los sistemas de información en la toma de decisiones ya que estos proporcionan herramientas necesarias para un decisor. Estos sistemas, al suministrar la información necesaria en el momento preciso y con la mayor calidad y eficiencia posible, ayudan a que las organizaciones e instituciones crezcan y se desarrollen.

En este campo teórico se han desarrollado teorías particulares como resultado de su desarrollo. Esto se puede ilustrar a través de las siguientes teorías de toma de decisiones (Simon, 1976):

1. Teoría de la decisión:

La Teoría de la decisión, en general, describe cómo un individuo toma decisiones bajo incertidumbre.

2. La Teoría de la elección Social (bienestar):

La Teoría de la elección social no observa al individuo sino que se basa en el concepto de sintetizar las preferencias de aquellos individuos que serán afectados por tomar una decisión racionalmente.

3. Teoría del costo-beneficio:

La Teoría del costo-beneficio es la teoría fundamental del entendimiento del análisis costo-beneficio, y está basada en la premisa de que las alternativas pueden ser seleccionadas de acuerdo a una comparación sistemática de las ventajas (beneficios) y desventajas (costos) que resultan de la toma de decisión.

Es evidente que la toma de decisión en su esencia es una disciplina por llamarlo de alguna manera naciente, comparándola con otras que ampliamente han sido estudiadas. Ha estado bajo la influencia de múltiples teorías (Varela & Cruz, 2005). Su estudio e investigación es imprescindible en el sentido

de que la acción de su valoración, concepción metodológica y particularidades, hacen de ella un elemento significativo en el desarrollo eficaz de los principales objetivos de las organizaciones.

### **II 3.2 La toma de decisiones en las organizaciones**

Uno de los factores más importantes en el desarrollo del mundo contemporáneo son los conocimientos que posea una organización, cualquiera que esta sea y claro está, como sea capaz de aplicarlos.

En este empeño, comprobada está, la marcada importancia del aprovechamiento del imponente caudal de recursos de información existentes para la toma de decisiones en las instituciones. El sólido crecimiento y desarrollo de cualquier economía, desde la de una pequeña organización hasta la de un país entero, dependerá indudablemente de decisiones basadas en el conocimiento.

Actualmente muchas decisiones en el marco de las organizaciones, se toman sin considerar explícitamente las etapas de ese proceso o los métodos cuantitativos y cualitativos existentes en las distintas ramas, y que las tradiciones, los hábitos, las costumbres, la propia intuición y experiencia de un directivo desempeñan una función importante en la forma en que los problemas se solucionan.

Entre las obligaciones que impone la función gerencial, se encuentra las de tomar decisiones. Con frecuencia, son escasos aquellos individuos que realmente se detienen a considerar el proceso secuencial y sistemático que implica tomar una decisión con el objetivo de obtener realmente la efectividad necesaria a partir de la decisión tomada. Druker (2007 p 30) en su libro "La decisión efectiva" se refiere a ello cuando dice: "Una decisión para cumplir con la característica de ser efectiva, debe ser el resultado de un proceso sistemático, con elementos definidos que se manejan en una secuencia de pasos precisos."

Con respecto al concepto "toma de decisiones", Schein (1988 p 81) plantea: "la toma de decisiones es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización."

Quien toma una decisión debe identificar todas las alternativas disponibles, pronosticar sus consecuencias y evaluarlas según los objetivos y metas trazadas. Para ello, se requiere Schein (1988 p 81): "En primer lugar, información actualizada sobre qué alternativas se encuentran disponibles en el presente o cuáles se deben considerar. En segundo lugar, se necesita información sobre el futuro: cuáles son las consecuencias de actuar según cada una de las diversas opciones. En tercer lugar, es indispensable la información sobre como pasar del presente al futuro: cuáles son los valores y las preferencias que se deben utilizar para seleccionar, entre las alternativas que, según los criterios establecidos, conducen del mejor modo a los resultados que deseados". Este procedimiento ideal, en

muchas ocasiones, debido a la escasez de tiempo y recursos para alcanzar este estado de conocimiento, es imposible aplicarlo en entornos tradicionales, por ello la necesidad de sistemas que posibiliten el análisis y la interpretación de la información disponible.

Puede definirse entonces, la toma de decisiones como una actividad imprescindible en las organizaciones, con un significado especial para todos sus niveles, porque es parte fundamental inherente a todas las demás actividades de la empresa.

En el proceso de toma de decisiones no siempre se dispone en el momento preciso de toda la información requerida y mientras más compleja sea la decisión, más difícil resultará conocer todas las alternativas. Además, aunque quien toma la decisión trate de ser objetivo no siempre es posible lograrlo. Por estas y otras razones, es ilógico esperar que las personas actúen en forma completa y estrictamente racional, en particular, en la toma de decisiones.

La mayoría de los que tienen esta responsabilidad intentan tomar sus decisiones en los marcos de la racionalidad aunque no siempre esto es posible, debido a que se enfrentan un mundo real, muy complejo, donde las limitaciones de información, tiempo y la incertidumbre reinante limitan considerablemente la racionalidad.

Los cambios que se suceden desde el siglo pasado en las esferas económica, social, cultural y de mercado llevan a que todas las organizaciones manejen información, una notable transformación en la que la base es el conocimiento, se vive una nueva era, la Era del Conocimiento. Dicha era se caracteriza por una serie de cambios constantes en lo que a los procesos gerenciales respecta:

- La dirección se basa en el liderazgo.
- Los estilos de dirección evolucionan.
- Los directivos se convierten en facilitadores.
- Se trabaja en entornos participativos y de colaboración que compromete a todos los miembros de la organización.
- La gestión es estratégica y presenta un enfoque sistémico.
- Las estructuras son cada vez más planas.
- Las estrategias tienen mayor orientación al cliente.

Estos continuos cambios en el entorno y en el interior de las organizaciones promueven, cada vez más, la necesidad de mejorar el proceso de toma de decisiones y ello repercute en un mejoramiento continuo de la información que llega a la más alta dirección.

Un elemento importante a considerar en este proceso es conocer que el decisor se comporta racionalmente sólo en función de aquellos aspectos de la situación que logra percibir y conocer, por lo que aquellos que no se conozcan no interfieren en su decisión aunque influyan en el resultado. Por otro lado, mientras se disponga de más información de calidad necesaria, que aporte elementos de juicio sobre el problema a resolver, se incrementa la probabilidad de que la decisión sea más racional y saludable para el logro del objetivo deseado.

Según Simón (1976 p 81), "la racionalidad de quien toma las decisiones en la organización está limitada, como mínimo de tres modos:

1. La racionalidad exige un conocimiento completo y la previsión de las consecuencias que tendrán lugar a partir de cada elección. De hecho, el conocimiento de las consecuencias siempre es fragmentado.
2. Debido a que las consecuencias se producirán en el futuro, la imaginación tiene que proporcionar la falta de información para concederles valor. Pero los valores se pueden pronosticar sólo de un modo imperfecto.
3. La racionalidad exige una selección entre todas las conductas alternativas posibles. En la conducta real, sólo llegan, alguna vez, a la mente muy pocas del total de opciones posibles."

Por otra parte, es necesario considerar también, que para las personas que toman decisiones (decisiones) existen preferencias, prejuicios, predisposiciones, gustos y desagrados, que, en fin, sin ánimo de disertar sobre la psicología del ser humano, es imprescindible reconocer que forman parte de las características intrínsecas del individuo. Por lo que la persona que realmente desee tomar una decisión acertada requiere para ello:

1. Estar bien informado.
2. Conocer todas las alternativas.
3. Ser objetivo.

En esta misma línea, se encuentra la definición de Olivé (1997 p 3): "Una decisión se define como un proceso de análisis y selección entre diversas alternativas disponibles". Según esta autora, en la selección de la alternativa existe la condición implícita de la racionalidad, "Toda decisión racional escoge los medios apropiados para alcanzar un determinado fin; es decir es esencialmente la selección de los medios más adecuados -estrategia que depende de los recursos disponibles para el alcance de determinados fines (objetivos) en el sentido de obtener los mejores resultados".

Estudios realizados en el Instituto de Ciencia Política de la Universidad de Chile, han identificado 4 puntos claves para definir los elementos que toda decisión político-estratégica necesita para alcanzar sus objetivos (Trapero, 2013):

- Los analistas proporcionan el 90% del soporte de la información procesada para las decisiones.
- El interés nacional de todo país requiere un acercamiento entre analistas y decisores, para el diseño de procesos particulares de toma de decisiones.
- Los funcionarios que tienen responsabilidades de estado deben estar lo mejor informados que sea posible, porque de ello depende el éxito de su trabajo.
- Los profesionales del procesamiento de la información tienen el deber de explicar a cada nueva autoridad, sobre la necesidad y utilidad que significa disponer de información procesada de buena calidad, oportuna y fácil de utilizar para el mejor ejercicio de sus funciones.

Al actuar con racionalidad, se requiere mirar con luz larga porque las consecuencias de las decisiones tomadas suelen ocasionar sorpresas en el futuro. En este sentido, las decisiones racionales, se basan en opiniones y expectativas sobre la probabilidad de sucesos o resultados inciertos en el futuro.

En tanto, Cybert y March (1963 p 76.) consideran a la organización como "un sistema racional propicio para la adaptación, que está restringido por la incertidumbre ambiental, los problemas de múltiples objetivos e intereses y las limitaciones en sus capacidades para el procesamiento de información", es por ello, que cualquiera que sea la metodología a utilizar para el análisis de información con vistas a tomar decisiones no es posible descartar los continuos cambios del entorno, los objetivos y metas trazados por la organización y la continua capacitación del personal para procesar información.

Con base en lo anterior es posible afirmar que una decisión completamente racional exigirá una información, cuya búsqueda y recopilación casi siempre estará más allá de las capacidades de la organización, así como un procesamiento de la información; es decir, un análisis y una evaluación que excede a la capacidad de los seres humanos y, por ello, es necesario recurrir a la utilización de las modernas técnicas y herramientas de análisis de información donde tienen una participación interactiva el hombre y las nuevas tecnologías.

### **II 3.3 Gestión del conocimiento en la organización y procesos de decisión**

El advenimiento de las tecnologías, así como el surgimiento y auge de la llamada industria de la información ha contribuido de forma sustancial al incremento del caudal de información. Su principal

exponente, Internet, ha favorecido que la generación de conocimiento a partir de información, se acelere cada vez más y lleve a las organizaciones por caminos insospechados.

La sociedad de la información crece cada día, traspasa las barreras del tiempo y el lugar y proporciona un desmesurado cúmulo de información que no puede controlarse por ningún ser humano.

Es precisamente en este contexto donde se desarrollan nuevas actitudes y comportamientos hacia la información. "El trabajo profesional vinculado a la información en cualquier organización, exige el dominio de un conjunto de variables que están presentes en su tratamiento. Asimismo, el dominio de las funciones de la gestión y de algunas de las principales herramientas que desarrolladas en las últimas décadas, no deviene en mero elemento cultural del profesional que maneja información, sino en una necesidad imperiosa" (Ponjúan, 1998 p12).

"El acceso rápido y eficiente a una información confiable y precisa permite adoptar una posición adecuada a la hora de tomar una decisión para solucionar un problema con un menor costo. Pero esto sólo es posible, si se ha realizado previamente un proceso de análisis de la información, en el que se adicione un conjunto de valores pertinentes a partir del trabajo intenso que realizan especialistas entrenados en el uso de las técnicas de información" (Silva & Díaz, 1992).

Estas y otras condiciones han transformado la actividad de información dentro y fuera de las organizaciones, ha compulsado la aparición de tendencias relacionadas con el desarrollo del proceso de inteligencia y el consiguiente uso de información de inteligencia, la que debe hacerse accesible a todos aquellos que la necesiten, fundamentalmente, a los responsables de la toma de decisiones.

Por lo anterior y en concordancia con el planteamiento de Ponjúan, queda claro que las organizaciones precisan gerencial inteligentemente todos sus procesos y recursos, por esto, debe hacerse una eficaz y efectiva gestión de la información y los conocimientos que ellas poseen, de modo que propicie una adecuada toma de decisiones.

Es por ello que, a diario, las organizaciones se ven obligadas a realizar actividades y funciones lógicas por medio determinadas habilidades y técnicas con el objetivo de cumplir sus metas y objetivos. Dichas técnicas deben conocerse por aquellas personas responsables de funciones claves de las que depende el desarrollo exitoso de la organización. Estas funciones claves propician el desarrollo de la gestión organizacional.

Al respecto Ponjuán (1998 p 13), en su definición, expresa que la gestión "es el proceso mediante el cual se obtienen, despliegan o utilizan una variedad de recursos básicos para apoyar los objetivos de la organización".

Es necesario señalar que, al igual que las organizaciones, las personas en la práctica diaria también necesitan apoyarse en determinadas técnicas a la hora de gerenciar su quehacer por lo que también inconscientemente realizan funciones de gestión.

Por su parte, Koontz & Weihrich (1990 p 15), definen la gestión como "el proceso de diseñar y mantener un ambiente en el que los individuos, trabajando juntos en grupo, cumplen eficientemente con los objetivos seleccionados"

Según Best (1988 p 15), la gestión puede considerarse como "el control de un proceso o procesos orientados hacia una meta específica".

Considera que la información es manejable si:

- a) Su producción se desarrolla para contribuir al propósito de la organización.
- b) La relación de la información con el logro del propósito mencionado puede demostrarse.
- c) Esta relación puede probarse empíricamente."

Cabe destacar que, con independencia de la misión, la visión y los objetivos estratégicos de una organización, cualquiera que esta sea, debe desarrollar las cuatro funciones básicas de la gestión, englobadas dentro del proceso administrativo: planear, organizar, dirigir y controlar. Dichas funciones tienen carácter cíclico, debido a su constante interrelación dinámica para alcanzar los objetivos propuestos con eficiencia.

Cuando una organización es incapaz de desarrollar sus funciones de gestión eficaz y eficientemente, resulta imposible, cualquiera que sea su misión y objetivos a alcanzar a largo y corto plazo, tener un desarrollo exitoso. Sin dudas, estará condenada al fracaso y lo que es peor, cuando intente reanimarse será como un elefante centenario sin oportunidades y con amenazas que atentarán constantemente contra su vida.

Según Olivé & Sales (1997 p 33): "La eficacia es una medida normativa del alcance de los objetivos. Se refiere a la capacidad de la empresa para satisfacer una necesidad de la sociedad por medio del suministro de bienes y servicios." Mientras que la eficiencia, según esta misma autora "es una medida normativa de la utilización de los recursos en ese proceso, una relación técnica entre entradas y salidas; es la relación entre costos y beneficios; representa la relación entre recursos

aplicados y producto final obtenido; es la razón entre el esfuerzo y el resultado, entre gastos e ingresos, entre el costo y el beneficio resultante".

Al analizar estas definiciones y todo lo que ellas implican, resulta indiscutible que para lograr el cumplimiento de estos dos indicadores esenciales en el logro del éxito organizacional es necesario disponer de información previamente analizada, lo que sin lugar a dudas, evitará duplicidad de acciones, esfuerzos y un gasto innecesario de tiempo en la toma de una decisión.

En este sentido Chiavenato (1994 p 18) expresa "...Así la eficiencia está dirigida hacia la mejor manera por la cual las cosas deben hacerse o ejecutarse (métodos), a fin de que los recursos (personas, máquinas, materias primas) se empleen de la forma más racional posible. La eficiencia se preocupa por los métodos y procedimientos más indicados que necesitan planearse y organizarse adecuadamente con el fin de asegurar el perfeccionamiento del uso de los recursos disponibles".

En este mismo orden, cabe señalar que toda organización que se proponga alcanzar la eficacia y la eficiencia organizacionales necesarias debe desarrollar un fuerte proceso decisorio. Las teorías modernas de la administración sugieren que la organización es un complejo sistema de decisiones donde participan no sólo los administradores, sino todos sus miembros y ello, implica que en todos los niveles se tomando decisiones continuamente.

Al respecto, Choo (1999 p 194) expresa: "Las organizaciones son redes de decisiones, de personas que se ocupan de tomar decisiones y de la toma de decisiones. Estas resultan en un compromiso con cursos de acción".

Por su parte, las afirmaciones de los que ven este proceso con un enfoque económico también coinciden en que: "Aunque no hay decisiones perfectas, el criterio que orienta toda decisión es la eficiencia; la obtención de resultados máximos con medios limitados. La toma de una decisión significa la adopción de una alternativa escogida, que jamás permite la realización completa o perfecta de los objetivos pretendidos; pero que representa la mejor solución encontrada en determinadas circunstancias" (Olivé García & Arango Sales, 1997).

No se debe perder de vista, como un elemento decisivo en la correcta toma de decisiones, la jerarquía de las alternativas. Ello conducirá a planear el comportamiento de la empresa, guiada por sus objetivos y de forma racional, con arreglo a las alternativas más adecuadas que conducen al logro de dichos objetivos.

### **II 3.4 Sistemas de soporte a las decisiones**

La información aparte de apoyar operaciones rutinarias como llenar una base de datos o conformar una planilla, entre otras, también contribuye a impulsar el proceso de toma de decisiones. Tal es así, que no se pudiera concebir la toma de decisiones sin tener una base informacional sobre cuál es el problema, su causa, qué pérdidas pudiera ocasionar, qué tipo de decisión se trata, cuáles son las posibles alternativa, cuál es el margen de tiempo que se necesita para responder oportunamente. No se puede olvidar que la calidad de la toma de decisiones depende en gran medida de la calidad de la información, y esta a su vez de la de los datos, así como el conocimiento acumulado acerca de la problemática a solucionar (Rodríguez, 2013).

Un sistema de apoyo a decisiones (DSS) (*Decision Support Systems*), profundizan en lo referido a la toma de decisiones en todas sus fases. Están hechos para una tarea administrativa o un problema específico y su uso se limita a dicho problema o tarea, son diseñados especialmente para auxiliar a los directivos en cualquier nivel de la organización (González Guitián, 2009).

Esta misma autora hace referencia a los sistemas expertos y a la IA. Aseverando que utilizan los enfoques de razonamiento de la IA para resolver problemas que les plantean los usuarios. Son también llamados sistemas basados en conocimiento, capturan y usan en forma efectiva el conocimiento de un experto para resolver un problema particular de una empresa, seleccionando y proponiendo la mejor solución para la toma de decisiones.

Los sistemas de apoyo a la decisión es una temática que ha sido tratada por numerosos autores, de manera general se puede enfatizar en que un DSS es un sistema basado en computador que ayuda en el proceso de toma de decisiones. Por otra parte y usando un término más específico un DSS es un sistema de información basado en un computador interactivo, flexible y adaptable, especialmente desarrollado para el apoyo a las soluciones de una problemática de toma de decisiones; que utiliza datos, proporciona una interfaz amigable; también constituyen un conjunto de procedimientos basados en Modelos para procesar datos y asistir al gerente, combinando recursos intelectuales. En esencia estos sistemas llevan procesos que pretenden resolver problemas a partir de la recolección, organización, procesamiento de datos, información, conocimiento, inteligencia, experiencias; donde se pueden combinar métodos y técnicas dirigidas a la selección de las mejores alternativas de decisión. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones pueden jugar un rol muy importante en este sentido.

Los sistemas DSS no son totalmente diferentes de otros sistemas y requieren un enfoque estructurado. Sprague y Carlson (1993) proporcionaron un entorno de tres niveles principales:

1. **Los niveles de tecnología:** se propone una división en 3 niveles de hardware y software para los DSS:
  - DSS específico: aplicación real que será utilizada por el usuario. Ésta es la parte de la aplicación que permite la toma de decisiones en un problema particular. El usuario podrá actuar sobre este problema en particular.
  - Generador de DSS: este nivel contiene hardware y software de entorno que permite a las personas desarrollar fácilmente aplicaciones específicas de DSS. Este nivel hace uso de herramientas *case*. También incluye lenguajes de programación especiales, librerías de funciones y módulos enlazados.
  - Herramientas de DSS: contiene hardware y software que sirven de apoyo.
2. **Las personas que participan:** para el ciclo de desarrollo de un DSS, se sugieren 5 tipos de usuarios o participantes:
  - Usuario final.
  - Intermediario.
  - Desarrollador.
  - Soporte técnico.
  - Experto de sistemas.
3. **El enfoque de desarrollo:** el enfoque basado en el desarrollo de un DSS deberá ser muy iterativo. Esto permitirá que la aplicación sea cambiada y rediseñada en diversos intervalos. El problema inicial se utiliza para diseñar el sistema y a continuación, éste es probado y revisado para garantizar que se alcanza el resultado deseado.

Muchas son las referencias a sistemas que permiten apoyar las decisiones, se observan resultados al respecto en revistas de alto impacto, evidencia de ello es el trabajo realizado por Nevo y Chan (2007) donde exponen elementos de estudio de los sistemas de gestión de conocimiento y dentro de estos los DSS.

En este enfoque de desarrollo se integran elementos como: el trabajo en equipos o grupos, formados por sus áreas de conocimiento complementarias en función de los problemas; el traspaso de las fronteras organizacionales o la flexibilización de la estructura funcional; la creación de un sistema de información eficiente a todo lo ancho y largo de la organización, el logro de una dinámica en la segmentación o formación de grupos facilitado por el uso de los DSS.

### **Modelo de Red de Inteligencia Compartida**

El Modelo pretende ser un esquema de integración de los procesos de recolección, análisis, interpretación y diseminación como elementos identificativos de inteligencia, este se enmarca sobre

la base de la configuración del escenario a través del diagnóstico, así como la organización y gestión del conocimiento. Se soporta en la Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que permite integrar conjuntos de datos, información, conocimientos e inteligencia provenientes de diferentes fuentes (internas o externas) (Rodríguez & López-Huertas 2013).

Este Modelo persiste sobre la base del ciclo que describen las actividades que permiten detectar, seleccionar, organizar, filtrar, usar y presentar, el conocimiento relativo a los hechos, eventos, actividades, investigaciones, publicaciones, cambios tecnológicos, de mercado, teniendo en consideración las transformaciones del entorno en la organización. Ha de mantener a todos los participantes informados para que la organización pueda controlar y reaccionar con conocimiento ante los objetivos y metas propuestos por esta (Rodríguez & López-Huertas 2013).

#### **II 4 Gestión de Proyectos**

La década de 1950 marcó el comienzo de la era moderna Gestión de Proyectos. La Gestión de Proyecto fue formalmente reconocida como una disciplina distinta derivada de la disciplina de gestión. Una vez más, en los Estados Unidos, antes de la década de 1950, se gestionaron los proyectos sobre una base ad hoc, utilizando principalmente las cartas de Gantt, y lo informal y herramientas. En ese momento, se desarrollaron dos proyectos de Modelos matemático-programación. El "Critical Path Method" (CPM), desarrollado en una empresa conjunta de ambos DuPont Corporation y Remington Rand Corporation para la Gestión de Proyectos de mantenimiento de la planta. Y el "Programa de Evaluación y Revisión Técnica" o PERT, desarrollado por Booz-Allen y Hamilton, como parte de la Armada de los Estados Unidos (en relación con la Corporación Lock heed) el programa de misiles submarinos Polaris. Estas técnicas matemáticas se extendieron rápidamente en muchas empresas privadas. Por tanto, fue en la década de 1950, que las organizaciones empezaron a aplicar las herramientas de gestión sistémica de proyectos y técnicas para proyectos complejos.

En 1956, la Asociación Americana de Ingenieros de Costo (AACE) ahora Internacional, (Asociación para la Promoción de la Ingeniería de Costo) fue formadora de profesionales de principios de Gestión de Proyectos y las especialidades asociadas de la planificación y la programación, la estimación de costos, y el coste / Calendario de control (proyecto de control). AACE ha continuado su labor pionera y en 2006 lanzó el proceso de la primera integración de la cartera, programa y Gestión de Proyectos (Total Cost Management Framework).

Cleland (2003) también considera que fue alrededor de los años 50 y 60 del siglo XX cuando la Gestión de Proyectos comenzó a profesionalizarse. En aquella época, el desarrollo de grandes proyectos militares requería la coordinación del trabajo conjunto de equipos y áreas diferentes en la

construcción de sistemas únicos. Fue el general Bernard Schriever, arquitecto de desarrollo de misiles balísticos Polaris, y considerado hoy en día el padre de la Gestión de Proyectos moderna, quien desarrolló el concepto de concurrencia, lo cual dio nacimiento al PEP (Program Evaluation Procedure) y a proyectos, en cuyo plan se integraron con un enfoque único y centralizado los conceptos de planificación y presupuesto. Otro personaje innovador en la Gestión de Proyectos fue Peter Norden, que por entonces trabajaba en el laboratorio de investigación de IBM<sup>1</sup>. Norden estableció las bases de relación entre la asignación de recursos a un proyecto de I+D y el tiempo de desarrollo del trabajo que se debe completar (Rubio, 2004).

A finales de la década del 50 Peter Norden encontró una relación entre la asignación de recursos a un proyecto de desarrollo e investigación y el tiempo de desarrollo del trabajo que se debe completar (Hjørland, 2013; Institute, 2013).

De estos planteamientos se deduce, que los proyectos existen desde siempre. Las antiguas construcciones de Egipto, así como los monumentales, edificios de la antigua Roma o la antigua Grecia hasta hoy en día donde se han ido perfeccionando técnicas, teorías, competencias a través de las plataformas tecnológicas, dan muestra de ello.

También en la actualidad existe una enorme cantidad de actividades humanas que presentan la necesidad de controlar con el mismo rigor el tiempo, la calidad y la eficiencia en el empleo de los recursos. Por ello, se necesita contar con instrumentos que ayuden a conocer mejor como enfrentar a la gestión de este tipo de problemas (Tedre, 2006, 2007). La Gestión de Proyectos pudiera ser entonces la solución a lo antes referido, tiene entre sus principales objetivos hacer más con menor cantidad de recursos, independientemente de la Institución.

#### **II 4.1 La dimensión multidisciplinaria de la Gestión de Proyectos**

Con el objetivo de precisar el alcance y contenido conceptual de lo que es y significa la pluridisciplina y función de “Project Management” es conveniente comenzar definiendo los términos de esta expresión (Heredia, 2012).

##### **II 4.1.1 La Gestión y sus diferentes acepciones**

En efecto, al expresar esta nueva actividad en la lengua española se hacen las interpretaciones de “Administración de Proyecto”, “Gestión de Proyecto”, “Dirección de Proyecto”, tomando todas ellas como sinónimos, cuando en verdad indican conceptos correspondientes a culturas empresariales bien diferenciadas y por ello, con significados distintos (Heredia, 2012).

---

<sup>1</sup>IBM: International Bussines Machine

El mismo autor ha indicado que a través de los años el concepto de Dirección de Proyectos ha sido definido de diferentes maneras como resultado de la traducción al español de la palabra “management”, que en los distintos textos se puede encontrar como administración, gestión, dirección. En la mayoría de los casos se identifica como sinónimo y sin embargo cada una de ellas expresan conceptos que proceden de contextos diferentes y que por tanto no tienen el mismo significado. La palabra inglesa-americana “management” no tiene traducción por otra equivalente en ninguna otra lengua, sobre todo en las de origen latino, significa una función y a la vez designa al grupo de las personas que la realizan (Cassel et al., 2008).

Aunque muchas veces es tratado también este concepto de gestión como administración, Heredia (2008) al reflexionar sobre este aspecto considera que un concepto mucho más avanzado es el de gestión y en gran parte muy cercano al management, que actualmente en Español se usa como sinónimo (management=gestión).

En este sentido Heredia (2008) define management como la optimización de los recursos de que dispone una organización, de manera que cumplan su finalidad auxiliándose de herramientas, de técnicas y de métodos, y mejorando los mismos con los adecuados conocimientos prácticos.

Viéndolo desde esta perspectiva de Heredia se define gestión como la acción y efecto de realizar tareas con el cuidado esfuerzo y eficacia que conducen a una finalidad.

#### **II 4.1.2 Definición de Proyecto.**

El Project Management Body of Knowledge (PMBok) señala que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. El término *temporal* se refiere a que cada proyecto define un comienzo y un final al cual se llega cuando se han cumplido todos los objetivos del proyecto o cuando queda claro que no se han alcanzado o no se alcanzaran los objetivos. Además, un proyecto crea servicios productos o resultados únicos mediante una elaboración gradual, lo que significa que se va desarrollando en pasos el proyecto y este va aumentando cada vez (Schildt, 2002).

El proyecto es la acción básica en la planificación estratégica de una organización para ejecutar una investigación, desarrollar un producto, introducir un resultado o ejecutar una inversión. La unión de varios proyectos con un mismo fin forma un programa (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, 2003).

Por otra parte en el Sistema de Programas y Proyectos. Manual de procedimientos del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (1976) se plantea que un Proyecto es la Célula básica para la organización, ejecución, financiamiento y control de actividades vinculadas con la investigación

científica, el desarrollo tecnológico, la innovación tecnológica, la prestación de servicios científicos y tecnológicos de alto nivel de especialización, las producciones especializadas, la formación de recursos humanos, la gerencia y otras, que materializan objetivos y resultados propios o de los programas en que están insertados.

Otro criterio es el abordado por Cleland (2003) el cual considera que un proyecto es la combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado.

En esta definición hay algunos elementos que son básicos para la comprensión de lo que es un proyecto. La misma trata de una combinación de recursos humanos y no humanos. Utilizar personas que ha de manejar otros recursos, entre ellos los económicos y los de tiempo, así como lo de carácter tecnológico y a veces los ecológicos. Todos estos procesos han de estar reunidos en una organización temporal, o sea que tiene un principio y un fin en el tiempo. Esta característica es muy importante de resaltar, ya que, en caso contrario, si no estuviera en una organización temporal, si no, en una organización que tendiera a perpetuarse, se estaría ante el caso de una empresa y no de un proyecto. Por ello es el carácter de temporalidad quien define con mayor claridad un proyecto. Por último, estos recursos que han de estar reunidos en una organización temporal, han de conseguir un propósito determinado. Se hace notar que la obtención de un propósito determinado, que es el objeto del proyecto, habrá de encajarse dentro de los fines de la empresa o institución que realiza el proyecto (Cassel et al., 2008).

En general, los proyectos nacerán como respuesta a la necesidad de cumplimiento de determinados objetivos de cualquier Empresa o Institución y estarán enmarcados dentro de la finalidad de ésta.

Concluyendo, esta investigación en lo adelante se referirá a proyecto como el conjunto de actividades organizadas planificadas y ejecutadas por medio de la utilización de recursos de manera eficaz, con menores costos, para lograr un fin en específico, un producto final.

Debido a la variedad de definiciones en el tema es importante tener en cuenta el contexto en que se esté trabajando a la hora de definirlo.

Kerzner (2000, p. 24) define la Gestión de Proyectos como: *"the planning, organizing, directing, and controlling of company resources for a relatively short-term objective that has been established to complete specific goals and objectives"*.

Es definido además como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (Godall, 2009).

Kirsch(1999, p. 48) la considera como: "*Application of formal and informal techniques, tools, methods, and heuristics [...], which are used by the project manager to motivate and guide a team to carry out a project within a given set of constraints*".

El PMI (PMI) (2002, p. 44) se refiere a la Gestión de Proyectos como: "la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. Se aplican e integran los procesos de dirección de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre. En este proceso el director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto".

La Gestión de Proyectos tiene como finalidad principal la planificación, el seguimiento y control de las actividades y de los recursos humanos y materiales que intervienen en el desarrollo de un Sistema de Información. Como consecuencia de este control es posible conocer en todo momento qué problemas se producen y resolverlos o paliarlos de manera inmediata (Tedre, 2006).

Hernández (2007) la considera como la aplicación de conocimiento, habilidades y técnicas de planificación, organización y control para optimizar las actividades de un proyecto y obtener los objetivos propuestos, cumpliendo con el tiempo establecido, el presupuesto previsto y la calidad requerida.

Cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, o cuando la necesidad del proyecto ya no exista y el proyecto sea cancelado. En cada caso, sin embargo, la duración de un proyecto es limitada (Schildt, 2002).

Los proyectos se desarrollan en cada organización con un fin único: alcanzar beneficios. Generalmente, los proyectos son autorizados como resultado de una o más de las siguientes consideraciones estratégicas (Schildt, 2002):

- Una demanda del mercado (por ejemplo, una compañía petrolera autoriza un proyecto para construir una nueva refinería en respuesta a una escasez crónica de gasolina) Una necesidad de la organización (por ejemplo, una compañía de formación autoriza un proyecto para crear un nuevo curso a fin de aumentar sus ingresos).
- Una solicitud de un cliente (por ejemplo, una compañía eléctrica autoriza un construir una nueva subestación para abastecer a un nuevo polígono industrial) Un avance tecnológico (por ejemplo, una firma de software autoriza un nuevo proyecto para desarrollar una nueva generación de videojuegos después de la introducción de nuevos equipos de juegos por parte de las empresas de electrónica).

- Un requisito legal (por ejemplo, un fabricante de pinturas autoriza un proyecto para establecer los procedimientos de manejo de un nuevo material tóxico).

#### **II 4.1.3 Los proyectos y su tipología.**

En cuanto a la tipología de proyectos que existen, cada autor se refiere a una clasificación en dependencia de un parámetro concreto por el cual se rige. Muchos lo definen de diferentes maneras.

Barba-Romero (2003) considera que basada en una conjunción del alcance y el objeto del proyecto, existen:

- Proyecto clásico. Este tipo de proyectos aborda la realización de una serie de documentos que definen la obra o el trabajo a realizar, para su ejecución en un futuro. El alcance comprende la identificación, evaluación, organización y valoración de las actividades que haría falta emprender para culminar el resultado perseguido, pero en su alcance no está comprendida la realización de las mismas.
- Proyecto de investigación. Los proyectos de investigación tienen como objeto aportar, a su conclusión, un conjunto de conocimientos nuevos en una disciplina y materia concreta, a menudo desconocidos al comienzo de los trabajos, para que otros puedan beneficiarse posteriormente de los mismos, en entornos industriales o académicos. El resultado de este tipo de proyectos es una memoria de investigación donde, aparte del planteamiento del problema a resolver, y la descripción del estado del arte, se reseñan los trabajos realizados, los resultados de los mismos y las conclusiones pertinentes, junto con las futuras líneas de investigación propuestas en esa disciplina concreta.
- Estudios y análisis. En ocasiones el alcance de un trabajo concreto se limita a analizar o estudiar la información disponible acerca de los aspectos técnicos, económicos o sociales de un determinado problema. En este caso, el proyecto recibe el nombre de estudio (comprensión o entendimiento del problema) o análisis (examen del problema para comprender los principios del mismo).
- Estudios de viabilidad. A veces la complejidad del problema que se aborda pone en entredicho la posibilidad de éxito de un proyecto concreto. En tales casos, es práctica común realizar un conjunto de actividades que pongan de relieve los aspectos considerados (técnicos, económicos, jurídicos, etc.) antes de abordar el proyecto definitivo. Este conjunto de actividades, junto con su resultado, recibe el nombre de estudio de viabilidad.
- Proyecto industrial. Los proyectos industriales comienzan y terminan en sí mismos, dando lugar a un producto o servicio terminado (sin que ello sea obstáculo para que otros proyectos partan, posteriormente, de los resultados del primero). Como cualquier proyecto, involucra

una planificación en la ejecución de actividades orientadas a un fin concreto (el bien o servicio) por lo que, una vez finalizado el mismo, la replicación de los resultados no constituiría un proyecto en sí mismo.

Ajenjo (2006) también se refiere a otra clasificación interesante para los proyectos. En este caso los diferencia teniendo en cuenta quien es el cliente o el destinatario de los trabajos:

- Los proyectos externos a la organización son aquellos en los que el Cliente es ajeno a la empresa (o las personas) que hace los trabajos. El cuál es el tipo más común de proyecto, y su funcionamiento teórico es sencillo y predecible, pues se rige fundamentalmente por criterios de mercado, incluyendo competitividad y eficacia.
- Los proyectos internos a la organización, por su parte, son aquellos en los que el Cliente es la misma empresa que desarrolla los trabajos.

Plantea el mismo autor, que en dependencia de su naturaleza los proyectos se clasifican en las cinco categorías siguientes:

**Proyecto de investigación y desarrollo:** Cuando existe una situación problemática que está afectando la vida económica o social de una institución, una comunidad, un territorio o un país que su solución es de interés para los implicados en la misma y que sea producto de un desconocimiento, que refleja una contradicción entre la teoría y la práctica; se hace necesario realizar una investigación científica para encontrar la solución, haciendo un aporte al conocimiento llegando a desarrollar una tecnología un producto o un proceso.

**Proyecto de innovación:** Proyecto dirigido a mejorar un producto, un servicio, un proceso, un sistema u otro resultado obtenido en la fase de desarrollo, con el objetivo de introducirlo en el mercado o en una aplicación social o medio ambiental. Cuando se ha desarrollado una tecnología, un producto, un proceso, un sistema o una modificación o cualquiera de ellas, que mejore la gestión de la organización, se hace necesario la elaboración de un proyecto para planificar y ejecutar su introducción en la práctica social.

**Proyecto para la ejecución de una inversión:** Para realizar una inversión se hace necesario elaborar un proyecto donde se fundamente la misma, se haga su valoración económica, se identifiquen los recursos necesarios y se aporte una herramienta para controlar su ejecución.

**Proyecto de servicio científico-técnico:** Los proyectos de servicio científico-técnicos se elaboran para la prestación de servicios de consultorías e información y para el apoyo a la selección y

negociación de tecnologías, generalmente vinculadas a investigaciones, innovaciones y nuevas inversiones.

**Proyecto de formación de recursos humanos:** Los proyectos de formación de recursos humanos están dirigidos a la formación, capacitación de profesionales y técnicos para asegurar el desarrollo científico técnico de las diferentes áreas del conocimiento (Domingo Ajenjo, 2000; Tedre, 2006).

Hernández (2007) considera que cada tipo de proyecto presenta características distintas y muestra una Tabla 3 que así lo demuestra.

**Tabla 3 Características de los distintos tipos de proyectos (Hernández, 2005)**

<b>Tipo de proyecto</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Indicadores de éxito</b>	<b>Requerimientos Críticos</b>
Básico o de creación científica	- Informe científico - Prototipo de laboratorio	- Publicaciones - Aportes al conocimiento - Patentes - Intereses de empresas en escalar los resultados	- Búsqueda bibliográfica - Alto nivel científico de las Investigaciones - Tradición Investigativa
Investigación aplicada.	- Prototipos de nuevos productos - Procesos nuevos probados planta piloto - Sistema organizacional probado hasta nivel de empresa	- Empresas interesadas en la producción industrial de los productos desarrollados - Patentes - Difusión de la tecnología	- Previsión de mercados - Vinculación con la industria - Organización para difundir y transferir la tecnología
Desarrollo tecnológico	- Producto o servicio nuevo o mejorado - Sistema de gestión nuevo o mejorado - Proceso nuevo o mejorado	- Organización interesada en su introducción - Registros o patentes obtenidos - Difusión	- Por demanda - Conocimiento del mercado. - Organización para introducir y difundir el producto
Innovación Tecnológica	- Producción comercial de nuevos productos - Aplicación comercial de nuevos productos o servicios	- Rentabilidad económica y financiera de la industria - Crecimiento de las ventas	- Identificar el mercado - Capacidad de gestión tecnológica de organización - Integración del paquete tecnológico
Servicios científico-Técnicos	- Servicio de consultoría e información - Servicio para negociar y seleccionar tecnologías	- Solución de problemas técnicos y económicos - Uso de ingeniería en proyectos de inversión - Mejoras de la calidad en bienes y servicios - Mejores condiciones de negociación de tecnologías	- Buena organización - Calidad y agilidad en los servicios - Dominio del manejo de la información - Excelentes comunicaciones - Infraestructura informática
Formación de recursos humanos	- Número determinado de personal profesional y técnico formado y capacitado en	- Cumplimiento del programa académico - Vinculación de los cursistas a	- Identificación de empresas de interés - Selección de los

	diferentes áreas	sus puestos de trabajo después de concluido el curso	cursistas -Garantía de trabajo acorde al curso recibido
Ejecución de inversiones	-Ejecutar la inversión con el presupuesto planificado -Cumplir el cronograma de ejecución	-Éxito en la puesta en marcha -Asimilación de la inversión	-La calidad óptima -Terminar en el tiempo previsto -Utilizar recursos planificados

Entre otras de las tipologías de proyecto se encuentran los Proyectos de desarrollo de software, los cuales, pertenecen al área específica Ingeniería del Software. Los razonamientos explicados por (Pressman & Ince, 2000) confirman que los mismos se diferencian de los otros proyectos de ingeniería tradicional en la naturaleza lógica de su producto, el software.

La Gestión de Proyecto ha sido una de las áreas contempladas dentro de la ingeniería del Software para llevar a cabo el proceso de desarrollo de un software (Mander, 2006; Pressman & Ince, 2005).

#### II 4.1.4 Los procesos en la Gestión de Proyectos.

El PMBoK describe Procesos de Gestión de Proyectos, los cuales pertenecen a Áreas de Conocimiento de Gestión de Procesos y se ejecutan como parte de Grupos de Procesos de Gestión.

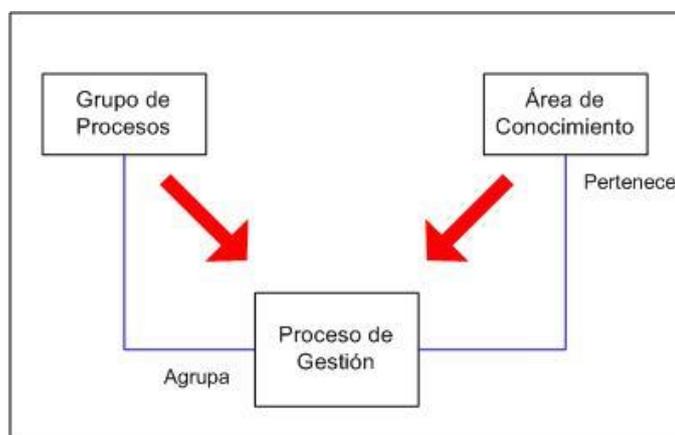


Figura 5 Componentes del PMBoK y sus relaciones

Cuando un proyecto está dividido en fases, los grupos de procesos normalmente se repiten dentro de cada fase durante la vida del proyecto para posibilitar su conclusión efectiva (...) Sin embargo, así como no todos los procesos serán necesarios en todos los proyectos, no todas las interacciones serán aplicables a todos los proyectos o fases del proyecto (Schildt, 2002).

Los grupos de procesos dentro de la Gestión de Proyectos tienen dependencias claras y se llevan a cabo siguiendo la misma secuencia en cada proyecto. Son independientes de los enfoques de las áreas de aplicación o de la industria. Los grupos de procesos individuales y los procesos individuales que los componen a menudo se repiten antes de concluir el proyecto. Los procesos que los

componen también pueden tener interacciones dentro de un grupo de procesos y entre los grupos de procesos (Schildt, 2002).

### Grupos de procesos de gestión.

Los grupos de procesos de gestión, (*Management Processes Groups*), son agrupaciones de procesos de Gestión de Proyectos relacionados con las cinco fases de un proyecto: Iniciación (IP), Planificación (PP), Control (CoP), Ejecución (EP) y Cierre (CIP). La Figura 6 muestra la relación entre estos grupos y la Tabla 4 presenta su descripción.

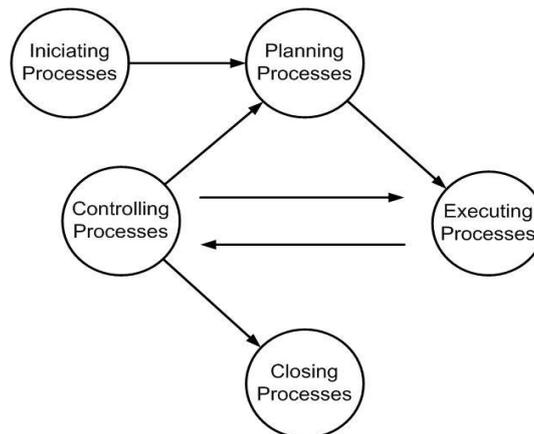


Figura 6 Grupos de procesos de gestión y sus relaciones (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009 p. 12)

Tabla 4 Grupo de procesos de gestión (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009)

<b>Código</b>	<b>Grupo de procesos</b>	<b>Descripción</b>
IP	Procesos de Iniciación	"authorizing the project or phase " (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 32).
PP	Procesos de Planificación	"defining and refining objectives and selecting the best of the alternative courses of action to attain the objectives that the project was undertaken to address"(Milton & Kazmierczak, 2001, p. 32)
EP	Procesos de Ejecución	"coordinating people and other resources to carry out the plan"(Milton & Kazmierczak, 2001, p. 35)
CoP	Procesos de Control	"ensuring that project objectives are met by monitoring and measuring progress regularly to identify variances from plan so that corrective action can be taken when necessary" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 36)
CIP	Procesos de Cierre	"formalizing acceptance of the project or phase and bringing it to an orderly end." (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 37)

### Procesos de Gestión de Proyectos.

Los Procesos de Gestión de Proyectos son el eje de toda la propuesta del PMBoK constituyendo el centro de las mejores prácticas de Gestión de Proyectos (Tabla 5).

**Tabla 5 Procesos de Gestión de Proyectos (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009)**

#	Proceso de Gestión de Proyectos	Descripción
4.1	<i>Project Plan Development</i>	"integrating and coordinating all project plans to create a consistent, coherent document"(Milton & Kazmierczak, 2001, p. 41).
4.2	<i>Project Plan Execution</i>	"carrying out the project plan by performing the activities included therein" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 41).
4.3	<i>Integrated Change Control</i>	"coordinating changes across the entire project" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 41).
5.1	<i>Initiation</i>	"authorizing the project or phase " (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 51).
5.2	<i>Scope Planning</i>	"developing a written scope statement as the basis for future project decisions" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 51).
5.3	<i>Scope Definition</i>	"subdividing the major project deliverables into a smaller, more manageable component"(Milton & Kazmierczak, 2001, p. 51)
5.4	<i>Scope verification</i>	"formalizing acceptance of the project scope" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 51).
5.5	<i>Scope Change Control</i>	"controlling changes to project scope" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 51).
6.1	<i>Activity Definition</i>	"identifying the specific activities the must be performed to produce the various project deliverables" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 65).
6.2	<i>Activity Sequencing</i>	" identifying and documenting interactivity dependencies" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 65).
6.3	<i>Activity Duration Estimating</i>	"estimating the number of work periods which will be needed to complete individual activities" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 65).
6.4	<i>Schedule Development</i>	"analyzing activity sequences, activity duration's, and resource requirements to create the project schedule" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 65).
6.5	<i>Schedule Control</i>	"controlling changes to the project schedule" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 65).
7.1	<i>Resource Planning</i>	"determining what resources (people, equipment, materials) and what quantities of each should be used to perform project activities" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 83).
7.2	<i>Cost Estimating</i>	"developing an approximation (estimate) of the costs of the resources needed to complete project activities" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 83).
7.3	<i>Cost Budgeting</i>	"allocating the overall cost estimate to individual work activities" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 83)
7.4	<i>Cost Control</i>	"controlling changes to the project budget" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 83).

**Tabla 6 Procesos de Gestión de Proyectos (conti.) (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009)**

#	Proceso de Gestión	Descripción
---	--------------------	-------------

	<b>de Proyectos</b>	
8.1	<i>Quality Planning</i>	"identifying which quality standards are relevant to the project and determining how to satisfy them" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 95).
8.2	<i>Quality Assurance</i>	"evaluating overall project performance on a regular basis in provide confidence that the project will satisfy the relevant quality standards" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 95).
8.3	<i>Quality Control</i>	"monitoring specific project results to determine if they comply with relevant quality standards and identifying ways to eliminate causes of unsatisfactory performance" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 95).
9.1	<i>Organizational Planning</i>	"identifying, documenting, and assigning project roles, responsibilities, and reporting relationships" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 107).
9.2	<i>Staff Acquisition</i>	"getting the human resources needed assigned to and working on the project" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 107).
9.3	<i>Team Development</i>	"developing individual and group skills to enhance project performance" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 107).
10.1	<i>Communications Planning</i>	"determining the information and communications needs of the stakeholders: who needs what information, when will they need it, and how will it be given to them" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 117).
10.2	<i>Information Distribution</i>	"making needed information available to project stakeholders in a timely manner" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 117).
10.3	<i>Performance Reporting</i>	"collecting and disseminating performance information. This includes status reporting, progress measurement, and forecasting " (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 117).
10.4	<i>Administrative Closure</i>	"generating, gathering, and disseminating information to formalize a phase or project completion" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 117).
11.1	<i>Risk Management Planning</i>	"deciding how to approach and plan for risk management for a project" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).
11.2	<i>Risk Identification</i>	"determining which risks might affect the project and documenting their characteristics" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).
11.3	<i>Risk Assessment</i>	"performing a qualitative analysis of risks and conditions to prioritize their effects on projects objectives" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127)
11.4	<i>Risk Quantification</i>	"measuring the probability and impact of risks and estimating their implications for project objectives" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).
11.5	<i>Risk Response Planning</i>	"developing procedures and techniques to enhance opportunities and reduce threats to the project's objectives " (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).

**Tabla 7 Procesos de Gestión de Proyectos (final) (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009)**

<b>#</b>	<b>Proceso de Gestión de Proyectos</b>	<b>Descripción</b>
11.5	<i>Risk Response Planning</i>	"developing procedures and techniques to enhance opportunities and reduce threats to the project's objectives " (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).
11.6	<i>Risk Monitoring and Control</i>	"monitoring residual risks, identifying new risks, executing risk reduction plans, and evaluating their effectiveness through the project life cycle" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).
12.1	<i>Procurement Planning</i>	"determining what to procure and them" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.2	<i>Solicitation Planning</i>	"documenting product requirements and identifying potential sources" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.3	<i>Solicitation</i>	"obtaining quotations, bids, offers, or proposals as appropriate" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.4	<i>Source Selection</i>	"choosing from among potential suppliers" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.5	<i>Contract Administration</i>	"managing the relationships with the seller" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.6	<i>Contract Close-out</i>	"completion and settlement of the contract, including resolution of any open items" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
11.5	<i>Risk Response Planning</i>	"developing procedures and techniques to enhance opportunities and reduce threats to the project's objectives " (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).
11.6	<i>Risk Monitoring and Control</i>	"monitoring residual risks, identifying new risks, executing risk reduction plans, and evaluating their effectiveness through the project life cycle" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 127).
12.1	<i>Procurement Planning</i>	"determining what to procure and them" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.2	<i>Solicitation Planning</i>	"documenting product requirements and identifying potential sources" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.3	<i>Solicitation</i>	"obtaining quotations, bids, offers, or proposals as appropriate" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.4	<i>Source Selection</i>	"choosing from among potential suppliers" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.5	<i>Contract Administration</i>	"managing the relationships with the seller" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).
12.6	<i>Contract Close-out</i>	"completion and settlement of the contract, including resolution of any open items" (Milton & Kazmierczak, 2001, p. 147).

#### II 4.1.5 Ciclo de vida y fases de un proyecto.

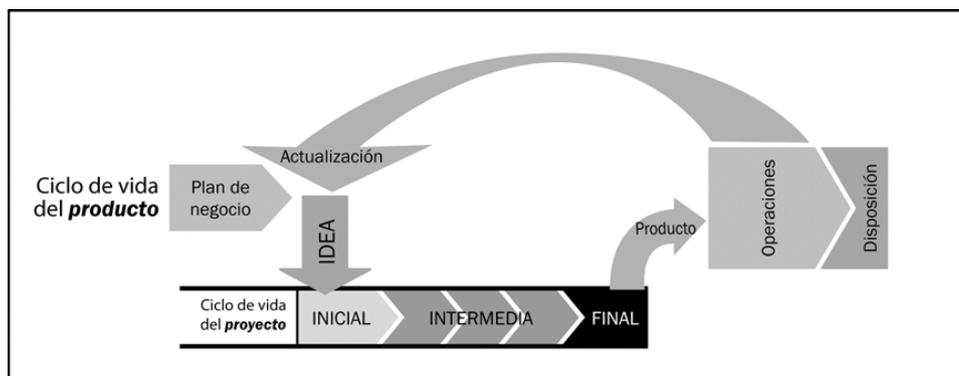
Al igual que en la Ingeniería del Software la Gestión de Proyectos también cuenta con su propio ciclo de vida y fases.

La mayoría de los ciclos de vida de proyectos comparten determinadas características comunes:

1. En términos generales, las fases son secuenciales y normalmente están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos.
2. El nivel de costo y de personal es bajo al comienzo. Alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su conclusión.
3. El nivel de incertidumbre es el más alto y por lo tanto, el riesgo de no cumplir con los objetivos es más elevado al inicio del proyecto. La certeza de terminar con éxito aumenta gradualmente a medida que avanza el proyecto.
4. El poder que tienen los interesados en el proyecto para influir en las características finales del producto del proyecto y en el costo final del proyecto es más alto al comienzo. Gradualmente decrece, a medida que avanza el proyecto (Green & Rebecca, 2014).

En cualquier proyecto las fases pueden ser divididas en sub fases en función del tamaño, de la complejidad y del nivel de riesgo. La definición del ciclo de vida del proyecto también identificará qué tareas de transición al final del proyecto están incluidas y cuáles no. Este objetivo se persigue a fin de vincular el proyecto con las operaciones de la organización ejecutante. En algunas áreas de aplicación tales como el desarrollo de nuevos productos o el desarrollo de software, las organizaciones consideran el ciclo de vida del proyecto como una parte del ciclo de vida del producto (Mander, 2006).

La Figura 7a continuación, por Pressman (2005) muestra el ciclo de vida del producto.

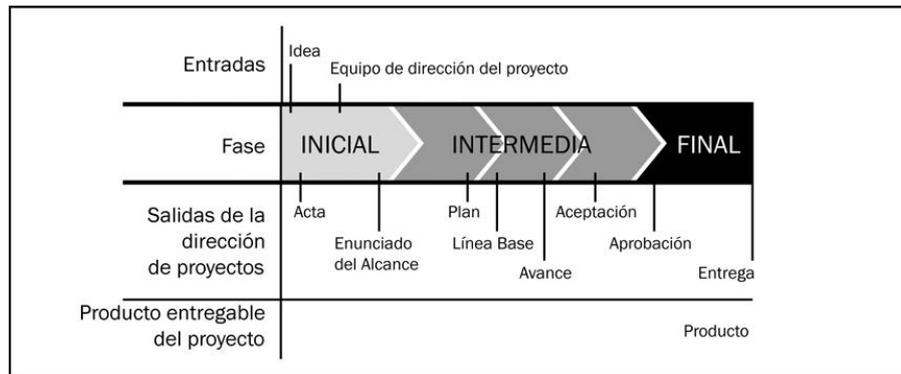


**Figura 7 Ciclo de vida de un proyecto (Pressman, 2005)**

El PMI (2002, p. 67) plantea que: “la conclusión formal de la fase no incluye la autorización de la fase posterior. Para un control efectivo, cada fase se inicia formalmente para producir una salida, dependiente de la fase, del Grupo de Procesos de Iniciación, que especifique lo que está permitido y

lo que se espera para dicha fase”..., como se muestra en la Figura 8. Se puede realizar una revisión al final de cada fase con el objetivo explícito de obtener la autorización para cerrar la fase actual e iniciar la fase posterior.

En ocasiones, se pueden obtener ambas autorizaciones en una sola revisión. Las revisiones al final de cada fase son también conocidas como: salidas de fase, entradas a la fase o puntos de cancelación.



**Figura 8** Secuencia de fases típica en un ciclo de vida del proyecto (Instituto de Gestión de Proyectos, 2009)

No existe una única manera, que sea la mejor, para definir el ciclo de vida ideal de un proyecto. Algunas organizaciones han establecido políticas que estandarizan todos los proyectos con un ciclo de vida único, mientras que otras permiten al equipo de dirección del proyecto elegir el ciclo de vida más apropiado para el proyecto del equipo. Asimismo, las prácticas comunes de la industria a menudo conducen a usar un ciclo de vida preferido dentro de dicha industria.

Harold (2015) plantea que el ciclo de vida de un proyecto desde la creación científica hasta su introducción en la práctica social consta de cuatro fases principales. Estas fases no siempre se podrán diseñar en su totalidad, sino que dependerá del tipo de proyecto que se elabore:

1. Fase conceptual: Evaluación de la situación problemática existente, definición de los objetivos a alcanzar, análisis del entorno del proyecto, estudio de factibilidad técnica, económica y del mercado potencial, y selección de la alternativa más apropiada. Se decide si se contrata el proyecto.
2. Fase estructural: Se identifican los recursos humanos para su ejecución, se programan los recursos financieros así como los resultados a alcanzar, se elabora el proyecto delineando su estructura formal y se negocian los recursos financieros estimados
3. Fase ejecutiva: Se ejecuta el proyecto de acuerdo con el cronograma elaborado, empleando los recursos financieros planificados, se elaboran informes parciales y se revisa la planeación inicial, adoptando la estructura formal a la nueva situación que se va creando.
4. Fase conclusiva: Se entregan los resultados obtenidos, se elabora el informe final y se da seguimiento al proceso de introducción y se contratan los servicios de mantenimiento.

Heredia (2012) por su parte identifica las siguientes fases:

1. Fase de concepción: Se refiere a la fase conceptual y que la autora plantea que es la fase más de mayor importancia por su propia naturaleza. Constituye la guía estratégica inicial.
2. Fase de definición. Tiene que ver con la definición tecnológica del sistema en sus aspectos globales, determinando el coste de la producción del sistema, así como su programa de ejecución, para llegar a su implementación completa. Se identifican los recursos humanos y no humanos necesarios.
3. Fase de implementación. Tiene como función el diseño del detalle, la adquisición, el montaje y la construcción y puesta en marcha de todos los elementos del sistema. Puesta la día de los planes detallados en las fases anteriores.
4. Fase de operación: Esta fase no es aplicable a proyectos de construcción sino a proyectos de I+D por su larga duración. Es la aplicación del sistema por los propios usuarios.
5. Fase de cierre o desviación. Consiste en el desarrollo de planes por los que se transfiere la responsabilidad del proyecto acabado a las organizaciones de apoyo. Se recomienda que se trate como un proyecto separado, tomándolo como un subproyecto del principal.

Según Pressman (2006) los procesos de la Gestión de Proyectos se dividen en tres fases genéricas, independientemente de las características o tamaño del proyecto:

1. Fase de definición: Se centra en el qué se va a hacer, en la identificación y definición. Se centra en tres tareas fundamentales: ingeniería de sistemas o información, planificación del proyecto de software y análisis de los requisitos.
2. Fase de desarrollo: Se centra en el cómo, se definen el diseño de las estructuras.
3. Fase de mantenimiento: Se centra en el cambio, mantenimiento, adaptación y control de los errores. Se encuentran cuatro tipos de cambios: corrección, adaptación, mejora y prevención.

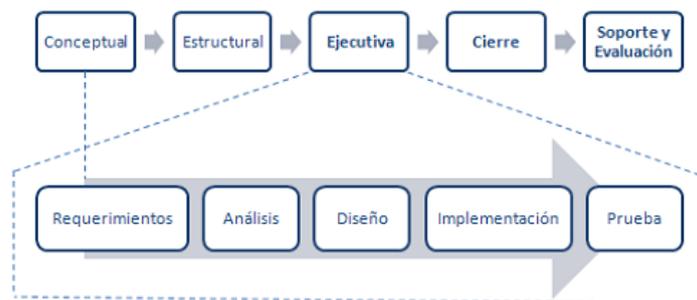
Existen diversas maneras de considerar el ciclo vital del proyecto. Una de la más común estima que se divide en cuatro grandes fases: concepción del proyecto, planificación, implementación y finalización. En las ciencias de la información es muy usado el enfoque que establece seis fases: reconocimiento de las necesidades, definición de los requerimientos, diseño del sistema, implementación, verificación y mantenimiento (Montoya, 2015).

Independientemente de cómo se considere el ciclo vital, el punto más importante para tener en cuenta es que a lo largo de su vida todo proyecto es dinámico, es un organismo en continuo desenvolvimiento.

Se concluye que no todos los autores reconocen en la Gestión de Proyectos el mismo orden y la misma cantidad de fases para organizar, planificar y ejecutar el trabajo en un proyecto, dentro de su ciclo de vida, plantean que está en dependencia del tipo de proyecto que se vaya a desarrollar, pero de manera general la mayoría coincide en las siguientes:

1. Fase conceptual (Inicio)
2. Fase estructural (Elaboración proyecto, planificación)
3. Fase ejecutiva (Construcción)
4. Fase cierre (Transición producto, finalización)
5. Fase de soporte.

Queda por tanto representado de la siguiente manera:



**Figura 9 Fases y ciclo de vida de un proyecto**

#### **II 4.1.6 La evaluación en la Gestión de Proyectos.**

Múltiples son los factores que influyen en el éxito o fracaso de un proyecto. En general, se puede señalar que si el bien o servicio producido es rechazado por la comunidad, significa que la asignación de recursos adoleció de defectos de diagnósticos o de análisis, que lo hicieron inadecuado para las expectativas de satisfacción de las necesidades del conglomerado humano. Debido a esto, es indispensable evaluar un proyecto para así decidir sobre la conveniencia de llevarlo a cabo (Schildt, 2002).

A toda actividad encaminada a tomar una decisión de inversión sobre un proyecto se la llama Evaluación de Proyecto (Schildt, 2002).

La evaluación de proyectos pretende abordar el problema de la asignación de recursos en forma explícita. A través de distintas técnicas recomienda que una determinada iniciativa se lleva adelante por sobre otras alternativas de proyectos. Este hecho lleva implícita una responsabilidad social, lo que obliga a que se utilicen adecuadamente patrones y normas técnicas. Lo anterior, permite demostrar que el destino que se pretende dar a los recursos, es el óptimo (Institute, 2004).

El estudio del mercado es una de estas técnicas. El mismo puede tomarse por separado de esta evaluación y realizar su análisis independiente. Sus resultados marcan trascendentalmente varios aspectos, no sólo de la evaluación técnica (tamaño, localización, entre otros), sino de la financiera (proyecciones de ventas, rentabilidad), ambiente en el que se desarrolla el proyecto (Uschold, 1999, 2007).

La evaluación en un proyecto permite conocer la viabilidad del proyecto, cuanta probabilidad tiene de poderse llevar a cabo según sus condiciones.

Los indicadores en este sentido juegan un papel fundamental. Indican cómo direccionar la viabilidad o factibilidad del proyecto.

### **Indicadores en la Gestión de Proyectos.**

Los indicadores siempre han dado la medida de cuan factible o no, puede ser la confiabilidad de “algo” que se desee medir.

En la Gestión de Proyectos existen una serie de indicadores que pueden dar una idea certera de cuan o no es importante o es válido el proyecto que se quiera realizar.

Entre los principales indicadores de Impacto el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (1976) de Cuba propone de manera general para la Gestión de Proyectos los siguientes:

#### **Científico:**

- Premios y distinciones.
- Publicaciones.
- Reconocimiento de la comunidad científica.

#### **Tecnológico:**

- Aumento del rendimiento.
- Mayor flexibilidad de utilización.
- Cambios organizacionales positivos.
- Empleo de materias primas nacionales.
- Mejora en la calidad de los productos.
- Disminución de riesgos tecnológicos.
- Existencia de capacidad para la asistencia técnica, la asimilación y para la mejora continua.
- Propuesta de patentes u otras formas de la propiedad industrial.

**Económico:**

- Aumento de las exportaciones.
- Disminución de las importaciones.
- Diversificación de la producción y servicios.
- Disminución de los costos de producción.
- Aumento de la eficiencia en la producción y los servicios.
- Aumento de la calidad de los productos y servicios.
- Incremento de activos fijos en explotación.

**Social:**

- Mejoramiento de los indicadores sociales (Educación, salud, nivel ocupacional, organizacional, alimentación, cultura, deportes, otros).
- Perfeccionamiento de las agendas políticas, de la definición, elaboración e implementación de las políticas a adoptar, así como de su evaluación.
- Mejoramiento del ciclo socializador en los diferentes niveles educacionales, en la familia, en las organizaciones sociales, en las comunidades, en los colectivos laborales, en los medios de difusión masiva.
- Modificaciones en la esfera de las representaciones sociales, los estereotipos, las opiniones y el clima político-moral.
- Cambios en los puntos de vista teóricos, axiológicos y metodológicos sostenidos.

**Medio ambiental:**

- Disminución de los índices de degradación de los suelos.
- Reducción de la carga contaminante.
- Aprovechamiento de residuales.
- Reutilización del agua.
- Incremento de la cobertura de agua potable.
- Uso y desarrollo de fuentes de energía renovables.
- Incremento de la superficie boscosa.
- Conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos de la diversidad biológica, con especial énfasis en los recursos genéticos.
- Manejo sostenible de ecosistemas frágiles: montañas, cuencas, zona costera y bahías.
- Disminución de la contaminación atmosférica.
- Desarrollo de producciones más limpias.
- Aplicación de instrumentos económicos.

- Perfeccionamiento del proceso de ordenamiento territorial.

#### **II 4.1.7 Planificación estratégica y control del proyecto.**

El estudio de mercado como se menciona en el apéndice anterior es otro de los elementos fundamentales a tener en cuenta para determinar la posible aceptación que tendrá el resultado del proyecto. Entre sus objetivos fundamentales está caracterizar el producto que se obtiene, definir el mercado potencial, conocer las características de los productos competidores, estudiar la oferta, la demanda y el posible precio de la venta (Staab, 2001).

Los proyectos son una forma de organizar actividades que no pueden ser tratadas dentro de los límites operativos normales de la organización. Por lo tanto, los proyectos se usan a menudo como un medio de lograr el plan estratégico de la organización, ya esté empleado el equipo del proyecto por la organización o sea un proveedor de servicios contratado. Generalmente, los proyectos son autorizados como resultado de una o más de las siguientes consideraciones estratégicas (Godall, 2009):

- Una demanda del mercado (por ejemplo, una compañía petrolera autoriza un proyecto para construir una nueva refinería en respuesta a una escasez crónica de gasolina)
- Una necesidad de la organización (por ejemplo, una compañía de formación autoriza un proyecto para crear un nuevo curso a fin de aumentar sus ingresos)
- Una solicitud de un cliente (por ejemplo, una compañía eléctrica autoriza un proyecto para construir una nueva subestación para abastecer a un nuevo polígono industrial)
- Un avance tecnológico (por ejemplo, una firma de software autoriza un nuevo proyecto para desarrollar una nueva generación de videojuegos después de la introducción de nuevos equipos de juegos por parte de las empresas de electrónica)
- Un requisito legal (por ejemplo, un fabricante de pinturas autoriza un proyecto para establecer los procedimientos de manejo de un nuevo material tóxico).

Existen en la literatura un conjunto de características que deben cumplirse para que una actividad sea considerada un proyecto, entre las más relevantes (Tedre, 2006) propone:

- Persecución de uno o varios objetivos. Las actividades aisladas no constituyen, por si solas, un proyecto. Para que exista un proyecto, debe existir una coordinación de actos orientados a la consecución de uno o varios objetivos, integrados entre si y estructurados, tanto de índole técnica como económica. En general, el objetivo principal de un proyecto es satisfacer un conjunto de requisitos técnicos, a un coste dado, en las condiciones más eficientes.

- Actividades planificadas, ejecutadas y supervisadas. La coordinación de actividades anteriormente mencionada es condición sine-qua-non para que a las mismas se las pueda calificar de proyecto. Actividades aisladas, independientes, carentes de interrelación entre ellas, no constituyen un proyecto. Un proyecto, por el contrario, exige que exista vinculación entre las actividades, puesto que persiguen un objetivo común, dicha vinculación debe plasmarse en forma de planificación (técnica, temporal y económica), cuya correcta ejecución, supervisada, es clave para el éxito o el fracaso del mismo.
- Disponibilidad limitada de recursos. El proceso proyectual implica la búsqueda de la eficiencia en el uso de los recursos para obtener el resultado perseguido. Si los recursos son ilimitados, desaparece el concepto de eficiencia, y con él la naturaleza proyectual de las actividades.
- Limitado en el tiempo. Un proyecto debe estar acotado en términos de principio y fin del mismo. El final de un proyecto se alcanza cuando se cumplen los objetivos prefijados, o cuando se hace evidente que dichos objetivos no pueden alcanzarse (fracaso del proyecto). Si un conjunto de actividades carece de fin es porque no existe un objetivo alcanzable y, por tanto, no constituyen un proyecto. Sin embargo, la finitud temporal no implica períodos cortos de tiempo. Hay proyectos que duran años, o que sobrepasan a la generación de personas que los empezó (por ejemplo, la construcción de algunas de las catedrales más conocidas). Por otro lado, aunque el proyecto tenga que estar acotado en el tiempo, no sucede lo mismo con sus resultados, que pueden perdurar con carácter indefinido (por ejemplo, la catedral).
- Con resultado único. Retomar un trabajo finalizado y repetir sus resultados no es un proyecto. Un proyecto exige hacer algo nuevo o único en su género, y no reproducir resultados de otras actividades.

La gestión del proyecto tiene por objetivo disponer los componentes para definir, evaluar, controlar, y entregar los resultados deseados. Para ello el responsable del proyecto realiza las siguientes funciones:

Interpretar los planes estratégicos de la empresa y la posición relativa del proyecto en dichos planes.

Como resultado de dicha interpretación se obtienen:

- Objetivos concretos del proyecto a partir de los que se construirá la lista de sub objetivos o componentes del proyecto.
- Compromisos de realización del proyecto basados en el conocimiento de los recursos disponibles.

Preparar el plan de diseño, desarrollo, control y entrega del proyecto. Es frecuente utilizar técnicas derivadas del análisis del ciclo de vida del proyecto.

En este caso, las funciones del responsable del proyecto se derivan de las necesidades identificadas en cada fase del ciclo de vida:

- Fase de concepción: examinar las necesidades actuales y las deficiencias en los sistemas existentes, examinar el entorno y la empresa para determinar la factibilidad técnica, económica y legal del proyecto, enunciar las formas alternativas de satisfacer las necesidades identificar los conocimientos precisos para la investigación y desarrollo, y definir la organización provisional para el proyecto.
- Fase de definición: confirmar las estimaciones iniciales sobre recursos precisos y tiempo necesario para completar el proyecto.

#### **II 4.1.8 Las Áreas de conocimiento en la Gestión de Proyectos.**

Entre las principales áreas de conocimiento dentro de la Gestión de Proyectos el PMI (2002) señala 9 grandes áreas:

- 1. Gestión de la Integración del Proyecto:** Incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de dirección de proyectos dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos.
- 2. Gestión del Alcance del Proyecto:** Incluye los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente. La gestión del alcance del proyecto se relaciona principalmente con la definición y el control de lo que está y no está incluido en el proyecto.
- 3. Gestión del Tiempo del Proyecto:** incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo.
- 4. Gestión de los Costes del Proyecto:** Incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costes de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado.
- 5. Gestión de la Calidad del Proyecto:** Incluyen todas las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativas a la calidad de modo que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales se emprendió.
- 6. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:** Incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluir el proyecto. Si bien es común hablar de asignación de roles y responsabilidades, los miembros del equipo deberían participar en gran parte de la planificación y toma de decisiones del proyecto. La participación temprana

de los miembros del equipo aporta experiencia durante el proceso de planificación y fortalece el compromiso con el proyecto.

- 7. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluir el proyecto. Si bien es común hablar de asignación de roles y responsabilidades, los miembros del equipo deberían participar en gran parte de la planificación y toma de decisiones del proyecto. La participación temprana de los miembros del equipo aporta experiencia durante el proceso de planificación y fortalece el compromiso con el proyecto.
- 8. Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión de riesgos, la identificación y el análisis de riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto; la mayoría de estos procesos se actualizan durante el proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.
- 9. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** Incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo.

Es válido mencionar lo que refiere el PMI (2002, p. 70) cuando plantea que: “cada uno de los procesos de dirección de proyectos requeridos se muestra en el grupo de procesos en el cual se lleva a cabo la mayor parte de la actividad. Cuando un proceso que normalmente se lleva a cabo durante la planificación se revisa o actualiza durante la ejecución, sigue siendo el mismo proceso que se realizó durante el proceso de planificación y no constituye un nuevo proceso adicional”.

#### **II 4.1.9 Sistemas de Información de Gestión de Proyectos.**

En la Gestión de Proyectos el concepto de Sistema de Información es tratado para la dirección de proyectos compuesto por herramientas y técnicas utilizadas para recopilar, integrar y difundir las salidas de los procesos de la dirección de proyectos. Se utiliza para respaldar todos los aspectos del proyecto desde el inicio hasta el cierre y puede incluir tanto sistemas manuales como automatizados (PMI, 213).

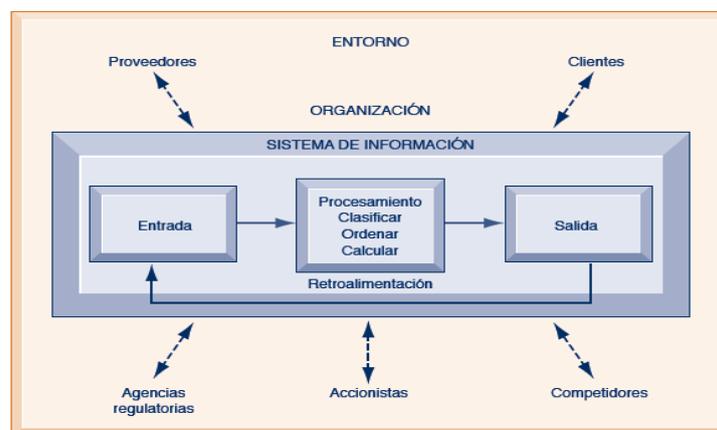
Tener en cuenta que en la definición dada por (Ministerio de Justicia, 2011), se considera la responsabilidad de los sistemas de información de proveer o proporcionar información y no se hablan sobre los datos (Santiesteban, 2015).

Rodríguez (2013) utiliza en su definición ambos elementos con la consideración de que los sistemas de información recopilan, procesan, captan datos para convertirlos y proporcionar.

También existen otros elementos considerados en otras definiciones que son los de gestión en las organizaciones: funciones de operación, gerencia y toma de decisiones; toma de decisiones efectivas y oportunas; planeación, dirección y control; administración; gestión eficiente; actividades de una empresa, organización o negocio (Laudon et al., 2012; Rodríguez, 2010; Cohen et al., 2005).

A pesar de la Gestión de Proyectos tener en cuenta los aspectos antes mencionados también contempla factores ambientales, herramienta que permita definir cronogramas, automatización de trabajos, la gestión de la configuración, recopilación y distribución de la información a otros sistemas automáticos en línea, donde el informe de indicadores claves de desempeño pueden formar parte del sistema (PMI, 2013).

En (Laudon, 2012) se definen tres actividades básicas en un Sistema de Información que producen los datos necesarios para que las organizaciones tomen decisiones, controlen las operaciones, analicen problemas y creen nuevos productos o servicios. Las actividades son: entrada, procesamiento y salida (ver Figura 10).



**Figura 10 Funciones de un sistema de información (Laudon, et al., 2012)**

La entrada, captura o recolecta de los datos en crudo desde el interior en la organización o a través de su entorno externo. El procesamiento convierte esta entrada en bruto en un formato significativo. La salida transfiere la información procesada a las personas que harán uso de ella, o a las actividades para las que se utilizará. También requieren de retroalimentación, que no es más que la salida que se devuelve a los miembros apropiados de la organización para ayudarles a evaluar o corregir la etapa de entrada (Santiesteban, 2015).

De lo analizado anteriormente se infiere que es necesario que los SI analicen tanto la información interna como externa y a su vez sean capaces de brindarla a quien la necesite dentro y fuera de la

organización. Además se precisa que los SI participen en los flujos de la información para la simplificación de los procesos, que las informaciones sean concisas y mostradas en reportes para el apoyo a la toma de decisiones dentro de los proyectos.

#### **II 4.2 Principales escuelas de Gestión de Proyectos.**

Se denominan escuelas de Gestión de Proyecto a aquellas normas, metodologías y buenas prácticas propuestas por diversas instituciones y autores, que cuentan con un nivel de representatividad y aplicación adecuadas como para considerarse de referencia (Rodríguez, 2013). Seguidamente se analizarán las principales escuelas en el ámbito internacional y en Cuba.

##### **Escuelas Internacionales en Gestión de Proyectos.**

Actualmente existen en el mundo muchas organizaciones que abordan la Gestión de Proyectos. Las grandes compañías por ejemplo requieren de una mayor organización y control para la planificación y el ahorro de sus recursos, tanto humanos como financieros, en el desarrollo de proyectos. Se pudiera plantear que este campo de conocimientos se ha ido desarrollando y configurando como una nueva profesión, indispensable para el éxito de los proyectos.

Entre las organizaciones más relevantes en esta línea se encuentran:

- PMI (PMI) constituido en 1965, en los Estados Unidos.
- Internacional Project Management Association (IPMA), fundada en 1965, en el Reino Unido.
- Software Engineering Institute (SEI), surgido en la Universidad de Carnegie Mellon de Estados Unidos
- Prince2, que comenzó a trabajar en 1989 (ESI, 2010).

En 1969, el PMI se formó para servir a los intereses de la industria de Gestión de Proyectos, sin fines de lucro, que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos de más de 170 naciones. Es la escuela de referencia para la gestión de proyecto en el mundo y sus principales objetivos son: formular estándares profesionales en Gestión de Proyectos, generar conocimiento a través de la investigación y promover la Gestión de Proyectos como profesión mediante sus programas de certificación (PMI, 2013). En este afán, produce documentos: *"that describe the generally accepted practices of project management"* (Schildt, 2002, p. 163).

La premisa de PMI es que las herramientas y técnicas de Gestión de Proyectos son comunes, incluso entre la aplicación generalizada de los proyectos del software de la industria a la industria de la construcción. En 1981, el PMI Consejo de Administración autorizó el desarrollo de lo que se ha convertido en una guía a la Dirección de Proyectos del Conocimiento (PMBok Guide), que contiene las normas y directrices de las prácticas que son ampliamente utilizados en la profesión,

convirtiéndose de esta manera en el más importante de los documentos publicados en la actualidad por el PMI es el PMBoK<sup>2</sup>, "*Guide to the Project Management Body of Knowledge*".

Es el resultado de las experiencias de numerosas instituciones y directores de proyectos, motivo por el que periódicamente se actualiza y perfecciona. Actualmente en su quinta edición, PMBoK establece 5 grupos de procesos definidos como: iniciación, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre. En estos grupos se llevan a cabo los procesos definidos en las diez áreas de conocimientos, a saber: Integración, Alcance, Tiempo, Costos, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Adquisiciones e Interesados. Para cada proceso PMBoK especifica las entradas, salidas y las técnicas y herramientas que pueden emplearse (PMI, 2013).

Dentro del grupo de procesos de monitoreo y control, PMBoK establece los procesos necesarios para realizar el control de la ejecución del proyecto. Entre las técnicas que propone para esto se encuentra la colección de medidas que permitan calcular indicadores asociados a las principales áreas de conocimiento: alcance, calidad, costo y tiempo. Pero no en todos los casos ofrece una fórmula de cálculo del indicador, quedándose solamente en la formulación verbal, lo cual provoca dudas y debilidades al Modelo. Unido a ello aborda el tema de la evaluación desde dos perspectivas: el equipo (enfocada en el cumplimiento de los objetivos, dentro del plazo establecido y según el presupuesto) y el proyecto (enfocado al desempeño de roles y responsabilidades) (Rodríguez, 2013).

Del análisis anterior puede concluirse que esta escuela concede una marcada importancia al uso de métricas e indicadores para efectuar la toma de decisiones. A pesar de no proponer fórmulas de cálculo para todos los casos, es notable la necesidad de hacer evaluaciones periódicas de todas las áreas de conocimiento. Colectar los valores de esas evaluaciones beneficiaría la obtención de resúmenes textuales sobre el estado de un proyecto o de alguna de las áreas de conocimiento.

La Asociación Internacional de Administración de Proyectos (IPMA), fundada en Europa en 1967, ha experimentado un desarrollo similar. Es una asociación sin ánimos de lucro dedicada a la promoción de buenas prácticas en torno a la Gestión de Proyectos. Está compuesta por alrededor de 55 asociaciones de casi todos los continentes (IMPA, 2013).

---

<sup>2</sup>Es un estándar en la Gestión de Proyectos desarrollado por el Project Management Institute. Se encuentra disponible en 11 idiomas: inglés, español, chino simplificado, ruso, coreano, japonés, italiano, alemán, francés, portugués de Brasil y árabe(Schildt, 2002, p. 56).

El propósito de esta guía es describir el conocimiento y las prácticas "applicable to most projects of the time and having wide pread consensus about their value and use fulness" (Gnoli, 2007, p. 47). Tales prácticas han sido compiladas y mejoradas durante los últimos veinte años gracias al esfuerzo de profesionales y académicos de diversos ámbitos de ingeniería.

IPMA provee estándares y establece guías para el trabajo de profesionales a través de su línea base de competencias, IPMA Competence Base Line (ICB). Estas competencias (46 en total) se agrupan en tres categorías (técnicas [20], comportamiento [15] y contextuales [11]) y se representan a través de un ojo de competencia que significa la integración de todos los elementos de la Gestión de Proyectos, como si fueran vistos por los ojos del jefe de proyecto evaluando una situación específica (IPMA, 2006) (IMPA, 2013).

IPMA provee las Líneas Bases de Competencias Nacionales (NCB) para tratar las diferencias culturales nacionales, permitiendo así la adición de elementos y contenidos de competencias específicas a la ICB. En apoyo a esto ofrece el proyecto de literatura recomendada mediante el cual se puede acceder a materiales educativos dependiendo de la región y los entornos culturales (IMPA, 2013). En la región de América están asociadas al IPMA 10 organizaciones, entre las que se encuentran la American Society for the Advancement of Project Management (ASAPM) de Estados Unidos, la Asociación Mexicana de Ingeniería de Proyectos (AMIP) y la Brazilian Association for Project Management (IPMA BRASIL). IPMA es de todas las escuelas analizadas en esta revisión la única que está enfocada a competencias y no a procesos propiamente.

El PMI y el IPMA surgieron como organizaciones profesionales para el desarrollo de conocimientos, metodologías y procesos para la Gestión de Proyectos. Desde un principio tuvieron como finalidad, el desarrollo de conocimientos en Gestión de Proyectos, válido para cualquier tipo de proyecto.

El Software Engineering Institute (SEI) es un centro de investigación y desarrollo con sede en el campus de la Universidad Carnegie Mellon en Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos, quien ha contribuido con aportes importantes al tema, ayudando a individuos y organizaciones a mejorar sus prácticas de gestión de software e ingeniería, así como la definición de acciones específicas dirigidas a la mejora del desarrollo de software. Este centro trabaja en estrecha colaboración con la industria y el mundo académico a través de colaboraciones de investigación. El aporte más significativo de este centro es el trabajo en la Prácticas de Gestión Capability Maturity Model (CMM) para Software (actualmente Capability Maturity Model Integration (CMMI<sup>3</sup>)), Modelo que ayuda a las organizaciones a incrementar la madurez en sus procesos de desarrollo (Brualla, 2006).

---

<sup>3</sup>(CMMI) in software engineering and organizational development, is a process improvement approach that provides organizations with the essential elements for effective process improvement. It can be used to guide process improvement across a project, a division, or an entire organization. CMMI helps integrate traditionally separate organizational functions, set process improvement goals and priorities, provide guidance for quality processes, and provide a point of reference for appraising current processes. *CMMI for Acquisition (CMMI-ACQ), v1.2 was released in November 2007. It addresses supply*

El CMMI ha sido concebido como Modelo para determinar y mejorar la capacidad y calidad de los procesos en las organizaciones de software, al objeto de que éstas desarrollen productos de calidad de manera consistente. La capacidad de un proceso es la facultad inherente de éste para generar resultados de forma predecible (Pendlebury, 2008; Testa, 2009).

El Modelo CMMI, en su representación por etapas, está organizado en cinco niveles de madurez (Pendlebury, 2008; Testa, 2009):

1. *Inicial*. En este nivel el proceso de software es ad-hoc y ocasionalmente caótico. Pocos procesos son definidos y el éxito depende del esfuerzo y heroicidad de los individuos;
2. *Repetible*. En este nivel se establecen procesos de Gestión de Proyectos básicos para hacer seguimiento del costo, la programación y la funcionalidad;
3. *Definido*. En este nivel las actividades de gestión e ingeniería del proceso de software son estandarizadas y documentadas en uno o varios procesos de software estándar para la organización;
4. *Gestionado*. Mediciones detalladas del proceso de software y calidad del producto son registradas. En este nivel, el proceso y el producto de software son cuantitativamente comprendidos y controlados.
5. *Optimizante*. En este nivel se habilita la mejora continua del proceso (Testa, 2009).

Estos cinco niveles reflejan el hecho de que el CMMI es un Modelo para la mejora de la capacidad de las organizaciones de software. Las prioridades en el Modelo no están dirigidas hacia proyectos individuales sino a procesos que aporten valor a la organización en su conjunto (Åström & Schlemmer, 2009; Testa, 2009).

El CMMI combina las fuentes de otros Modelos:

- Capability Maturity Model for Software (SW-CMM) v2.0 draft C
- Electronic Industries Alliance Interim Standard (EIA/IS) 731
- Integrated Product Development Capability Maturity Model (IPD-CMM) v0.98 (Åström & Schlemmer, 2009).

---

*chain management, acquisition, and outsourcing processes in government and industry*. Está registrado en la oficina de U.S (UnitedStates) Patent and Trademark por la Universidad de CarnegieMellon(Pendlebury, 2008).

A continuación se muestra una Tabla 8 que aborda en esencia qué es CMMI.

**Tabla 8 Qué es CMMI (Grupo SIE center del Tecnológico de Monterrey, 2008)**

<b>CMMI es</b>	<b>CMMI no es...</b>
Un Modelo /marco de referencia para el crecimiento de capacidades y madurez	... un estándar o un método
...se enfoca tanto en procesos de Administración como en los de Ingeniería de sistemas y software	...un proceso de Desarrollo puro (Ingeniería del software)
...un Modelo para medir/validar la madurez y capacidades de la organización	... una certificación en sí
...un Modelo "evolucionarlo" (parte de donde estás y ahí empieza a crecer)	...un método "revolucionario" (no intenta cambiar todo dramáticamente)
...se enfoca en la mejora continua a través de una "cultura" de procesos	... el nivel (n) no es el destino sino la base
"QUÉ"	"CÓMO"

Las áreas de procesos propuestas por CMMI for Development son 22, de ellas 16 forman parte del framework de CMMI pues son comunes a los tres Modelos, una es compartida con CMMI for Services y cinco son específicas del desarrollo. **En verde el área compartida, en naranja las específicas y en blanco las comunes.**

**Tabla 9 Áreas de proceso de CMMI for Development (Rodríguez, 2013)**

<b>-Área de proceso-</b>	<b>-Categoría-</b>	<b>-Nivel de madurez-</b>
Gestión de la Configuración (CM)	Soporte	2
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2
Monitoreo y Control del Proyecto (PMC)	Gestión del Proyecto	2
Planeación del Proyecto (PP)	Gestión del Proyecto	2
Aseguramiento de la Calidad del Proceso y Producto (PPQA)	Soporte	2
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión del Proyecto	2
Administración de Acuerdos y de Proveedores (SAM)	Gestión del Proyecto	2
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	3
Dirección Integrada de Proyectos (IPM)	Gestión del Proyecto	3
Definición de Procesos de la Organización (OPD)	Gestión de Procesos	3
Enfoque de Procesos de la Organización (OPF)	Gestión de Procesos	3
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de Procesos	3
Administración de Riesgos (RSKM)	Gestión del Proyecto	3
Verificación (VER)	Ingeniería	3
Validación (VAL)	Ingeniería	3

Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3
Requisitos para el Desarrollo (RD)	Ingeniería	3
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	3
Rendimiento de los Procesos de la Organización (OPP)	Gestión de Procesos	4
Administración Cuantitativa de Proyecto (QPM)	Gestión del Proyecto	4
Análisis Causal y Resolución (CAR)	Soporte	5
Administración del Rendimiento Organizacional (OPM)	Soporte	5

Las áreas de proceso vinculadas a la gestión del proyecto están distribuidas en los niveles del dos al cuatro. Con relación a la toma de decisiones se destacan las áreas de MA, PMC y QPM. El área MA propone objetivos y prácticas específicas que sugieren establecer los objetivos de medición, especificar las medidas, los procedimientos de recopilación, almacenamiento y de análisis, así como el almacenamiento de los datos y de los resultados del análisis. En tanto el propósito de PMC es proporcionar una comprensión del avance del proyecto, de modo que las acciones correctivas apropiadas puedan ser tomadas oportunamente; sus objetivos y prácticas específicas hablan claramente de definir indicadores del avance y rendimiento de áreas como el costo, la planificación y el esfuerzo. QPM también sugiere el uso de medidas y técnicas analíticas, así como realizar análisis de causa origen, además de gestionar el rendimiento del proyecto (CMMI, 2013).

Otras áreas de proceso guardan cierta relación con el control de la ejecución y la toma de decisiones, ellas son: PP, PPQA, IPM, DAR, RSKM y SAM. Por lo que puede concluirse que, CMMI reconoce que las evaluaciones del proceso y el producto deben obtenerse a partir del análisis e interpretación de las medidas, métricas e indicadores que se definan para la organización. Aunque no ofrece indicadores específicos ni formas de calcularlos. En este escenario la obtención de resúmenes textuales sobre el estado de un proceso o producto a partir de las métricas e indicadores definidos por la organización potenciaría la efectividad de las evaluaciones.

De acuerdo con todo lo antes expuesto se puede constatar que el fundamento esencial del SEI es el asesoramiento de la calidad de las organizaciones, otorgando niveles de certificación que avalen la calidad de los procesos que se realicen y del producto que se obtiene. La calidad es objeto clave en una buena Gestión de Proyectos, por lo que las propuestas de la Carnegie Mellon representan un punto de interés para cualquier aspecto a tener en cuenta en la Gestión de Proyectos de Software.

La metodología Proyectos en Entornos Controlados *Projects in Controlled Environments* (PRINCE2), que comenzó siendo una metodología y Modelo de referencia para los proyectos de Tecnologías de la Información, hoy en día se ha ido desarrollando como una Organización que está formada por un conjunto de buenas prácticas para la Gestión de Proyectos, que cubre el control, administración y

organización de proyectos. Fue un estándar creado inicialmente para la Gestión de Proyectos de tecnologías de la información en el Reino Unido, aunque su uso se está extendiendo a otras disciplinas en los países de la Mancomunidad Británica de Naciones y de forma más discreta en el resto de Europa (Fernández, 2012).

PRINCE2 en su última versión está estructurada en tres partes fundamentales: temas, procesos y técnicas. Los temas son áreas de conocimiento que deben aplicarse al proyecto cuando corresponda, siendo implementados mediante los procesos. Además existen 40 subprocesos asociados a los procesos que constan de sus correspondientes acciones normativas. Las técnicas ofrecidas son métodos de trabajo de uso opcional pero muy recomendable. PRINCE2 maneja además el concepto de roles y define ocho (Fernández, 2012).

PRINCE2 cuenta con un Modelo de procesos (ver Figura 11) que explica qué debe ocurrir y cuándo a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Además dispone de su propio Modelo de madurez P2MM (PRINCE2 Maturity Model) que es derivado del P3M3 (Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model), ambos propiedad de la Office of Government Commerce (OGC) del gobierno del Reino Unido. P2MM actualmente en su versión 2.1 adopta la misma estructura de P3M3 por lo que propone cinco niveles de madurez del proceso (consistente, repetido, definido, gestionado, optimizado). Por último establece atributos específicos y genéricos para cada nivel de madurez dentro de cada una de las perspectivas de proceso (OGC, 2010).

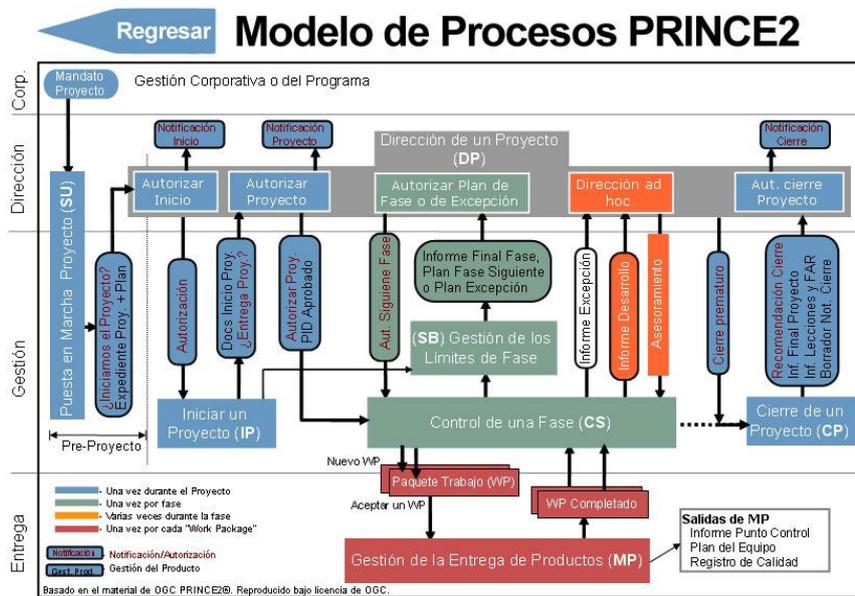


Figura 11 Modelo de Procesos PRINCE2 (Fernández, 2012)

De los 7 procesos de PRINCE2 abordan el tema de la toma de decisiones y el uso de medidas los siguientes: Dirigir un Proyecto (DP), Control de una Fase (CS) y Gestión de la Entrega de Productos (MP).

Dentro del proceso DP el subproceso Autorizar el Cierre de un Proyecto recomienda: (1) revisar y aprobar el Plan de Revisión de Beneficios (BRP), para comprobar que los beneficios continuarán después de que el proyecto se cierre y (2) confirmar que el proyecto ha cumplido el Business Case, comparando los beneficios, costos, riesgos, rentabilidad (retorno de la inversión) actuales con los originales.

Por su parte el proceso CS tiene dos salidas principales que son el informe de desarrollo y el informe de excepción. El primero refleja un resumen de la fase contra el plan de la fase e incluye información sobre las tolerancias, problemas potenciales, productos acabados, próximos paquetes de trabajo, acciones correctivas, etc. El segundo ofrece una visión general de las posibles causas por las que la fase pudiera salirse de la tolerancia e incluye opciones para poner el proyecto de nuevo en marcha y evalúa el impacto en el caso de negocio, ya que probablemente ese problema aumente el costo del proyecto.

El proceso MP contempla varias salidas: plan de equipo, informes de puntos de control, registro de calidad y paquete de trabajo terminado. El primero de ellos consiste en planificar el trabajo a desarrollar por los miembros del equipo y que luego podrá ser utilizado para verificar su avance (mediante los informes de puntos de control), cumplimiento y calidad (mediante el registro de calidad).

Otra compañía innovadora en este sector ha sido la estadounidense Microsoft, la cual ha redactado algunos conceptos en relación al tema, además de tener en su haber una serie de herramientas para facilitar la Gestión de Proyectos y el trabajo en equipo, guiando de forma continua los esfuerzos para desarrollar un producto efectivo y con calidad (Finardi, 2010; Pols, 2004).

El Microsoft Solutions Framework (MSF), creado en 1994, constituye un Modelo clave para el éxito de cualquier empresa. Fue iniciado ante los problemas que presentaban los proyectos. Entre sus principales aportaciones se encuentra la integración de conceptos, prácticas, metodologías y herramientas (Finardi, 2010).

Hace 3 años se fundó el Grupo de Dirección de Proyectos (GDP) de La Salle Business Engineering School, englobado dentro de la Asociación de Antiguos Alumnos.

El GDP nació con el principal objetivo de compartir las experiencias y conocimientos adquiridos por los antiguos alumnos de La Salle dentro de un marco de innovación en Gestión de Proyectos, a través de conferencias, coloquios y otras actividades, proporcionando una actualización de conocimientos necesarios para poder estar al día en tendencias, metodologías y estándares y así facilitar la mejora continua de los profesionales dedicados a la Gestión de Proyectos. Desde el año pasado, el GDP

también organiza diferentes talleres no oficiales de preparación a la certificación PMP del PMI (Heiner, 2005).

La Salle Business Engineering School, ofrece desde hace años cursos en Gestión de Proyectos. Estos cursos están enfocados a la preparación de las certificaciones PMP (Project Management Professional), que otorga el PMI a nivel internacional con reconocimiento ISO (International Standard Office) y ANSI (American National Standards Institute) (Leiva, 2009).

La ISO 10006:2003 (ISO, 2003) proporciona orientación sobre la aplicación de la gestión de la calidad en la administración de proyectos. Es aplicable a los proyectos de distinta complejidad, grandes o pequeños, de corta o larga duración, en diferentes ambientes, y con independencia del tipo de producto o proceso en cuestión. La norma no es una guía para la Gestión de Proyectos, así como tampoco puede ser utilizada con propósitos de certificación de empresas o entidades, siendo utilizada para estos fines la norma ISO 9004 (Lugo García, 2012).

La ISO 10006 en su sección 5.2.8 establece que las evaluaciones de rendimiento y progreso deben ser llevadas a cabo con motivo de evaluar el estado del proyecto. Para lograrlo se debe analizar la información partiendo del análisis del rendimiento y progreso histórico de dichas evaluaciones para tomar decisiones eficaces en relación con el proyecto y para revisar el plan de gestión del mismo. Por otro lado, en la sección 7.2.2 "Inicio y desarrollo del plan de proyecto", expone un acápite donde menciona la necesidad de definir indicadores de rendimiento, cómo medirlos y adoptar disposiciones para su evaluación periódica con el fin de monitorear el progreso. De esta manera, señala, se deben facilitar las acciones preventivas, correctivas y confirmar que los objetivos del proyecto permanecen válidos dentro del cambiante entorno que le rodea. Entre los indicadores sugeridos para el control, la norma ISO 10006 propone la aplicación de la técnica del valor ganado, el monitoreo de los costos, el cronograma y los riesgos, la evaluación del rendimiento de los proveedores, así como la satisfacción del cliente y las partes interesadas (Lugo, 2012).

Por su parte la norma ISO 21500 ha venido desarrollándose desde el año 2008 con el propósito de lograr una guía para la Gestión de Proyectos (LiderDeProyecto.com, 2011). La misma parte del esfuerzo fundamental de tres naciones: Estados Unidos, Reino Unido y Alemania, por medio de tres asociaciones muy reconocidas como lo son (PMI, 2009); (PRINCE2, 2009) y el (IPMA, 2012).

Del análisis de este tipo de normas hacen referencia a la importancia de evaluar el proyecto partiendo del análisis de la información que caracteriza el estado del mismo. Como normas, proponen buenas prácticas pero no presentan propuestas concretas que pudieran ser aplicadas en entornos genéricos para el análisis de la Información para la toma de decisiones.

### **Normas cubanas para la Gestión de Proyectos.**

Cuba cuenta con mecanismos eficientes que permiten controlar el estado de la producción en los organismos, analizando los problemas y las causas que los originan, contribuyendo de esta manera a mejorar la toma de decisiones. Hasta la actualidad, se han desarrollado normas que tributan a lograr este tipo de control (Santiesteban , 2014).

Las normas cubanas para la Gestión de Proyectos están determinadas por un conjunto de leyes que se basan en resoluciones y decretos aprobados por ministerio. En principio las normas se especifican orientadas al tipo de proyecto que desarrolla el ministerio en cuestión, ya sea relacionado con el desarrollo de software como es el caso del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), de la construcción, atendido por el Ministerio de la Construcción (MICONS), o de cualquier otra empresa relacionada con el sector económico, político o social (Aragón González, 2011).

En (CubaIndustria, 2012) se dan a conocer con periodicidad actualizaciones sobre las normas cubanas, las cuales aparecen publicadas en un boletín conocido como NCOonline (Normas Cubanas Online). Hasta enero del año 2012 existen en Cuba 4424 normas vigentes, de las cuales 102 se encuentran relacionadas con la Gestión de Proyectos de diversas ramas, notándose como la norma más actual la correspondiente al año 2007 que coincide además con la ISO 10006:2003, (Lugo, 2012), con el título: Gestión de la calidad – Directrices para la calidad en la Gestión de Proyectos (ISO, 2003). Con el objetivo de guiar los procesos clave para gestionar proyectos (Santiesteban, 2015).

Estos procesos se encuentran los relacionados con: estrategia, recursos, personal, interdependencia, alcance, tiempo, costo, comunicación, riesgo, compra, medición y mejora continua. Los mismos incluyen una descripción de treinta y siete procesos que lo conforman. Los procesos relacionados con la comunicación para la Gestión de Proyectos se debe incluir procedimientos para preparar, recoger, identificar, clasificar, distribuir, grabar, actualizar, archivar y recuperar información. Sin embargo no define como llevar a cabo esos procedimiento y ni las herramientas que hay que tener en cuenta para los mismos (Santiesteban , 2015).

Estas normas reconocen la importancia de comunicar la información y los beneficios que brinda para fijar y cumplir los objetivos propuestos en la Gestión de Proyectos, proponen buenas prácticas pero no es en sí misma una guía para la Gestión de Proyectos, además centran sus esfuerzos en definir sus procesos a realizarse para garantizar la calidad de los proyectos, pero no definen técnicas a usar en cada caso, dejándolo a voluntad de equipo de proyecto (Santiesteban , 2014).

Se puede observar como el país ha ido reconociendo los estándares de la ISO y se mantiene actualizado garantizando así el control y estandarización de procesos respecto a la Gestión de

Proyectos en diversos sectores de la industria. Logrando así que las organizaciones se certifiquen y se evalúen para obtener una imagen ante el mercado nacional e internacional (Santiesteban , 2014). Al igual que sucede con la mayoría de las escuelas estudiadas, las normas cubanas relacionadas con la Gestión de Proyectos son guías abstractas que permiten ordenar y perfeccionar la empresa, pero no ofrecen Modelos con soluciones para cada caso en particular (Lugo, 2012).

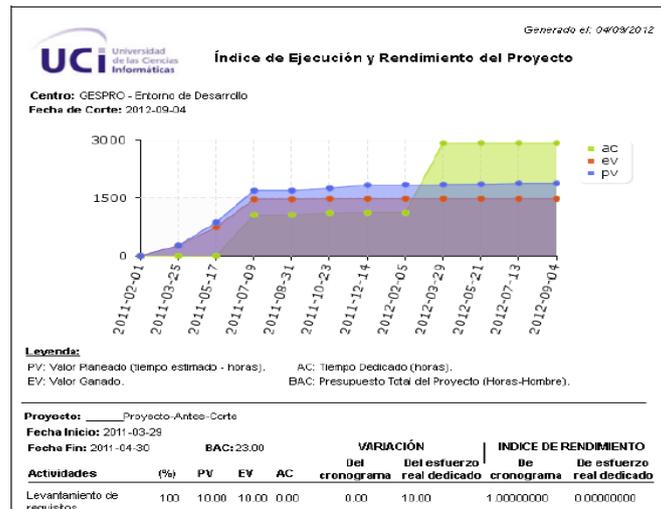
### **Programa de mejora de la UCI.**

En el año 2008 y después de seis años de desarrollo de aplicaciones, la UCI se encontraba preparada para dar un salto en su proceso productivo. Si bien eran notables los niveles de producción que se habían alcanzado, aún no se satisfacían los objetivos de producción en aspectos claves como la planificación y control de los proyectos y la recolección de indicadores para tener desarrollos predecibles (Lugo, 2012).

Tras el estudio de varios estándares la UCI decide apostar por la utilización de CMMI para el desarrollo en su versión 1.2 y en su representación escalonada el nivel 2. A partir de este Modelo y ayudando de esta forma a la mejora de los objetivos de la producción en la UCI, se construye el programa de mejora, utilizado actualmente en la universidad (Santiesteban , 2014).

Dicho nivel de CMMI v1.2 presenta siete áreas de procesos que ayudan a la mejora de los objetivos de la producción en la UCI, reduciendo varios de los problemas que están vigentes en la producción de software en la universidad (Experiencias del programa de mejora de procesos en la Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011).

A partir del área de Medición y Análisis del programa de mejora, el grupo de Normalización y Métricas de CALISOFT y el Laboratorio de Gestión de Proyectos de la Universidad, recolectaron medidas y obtuvieron indicadores a través de reportes automáticos en una herramienta de Gestión de Proyectos. Uno de estos reportes fue el Índice de Ejecución y Rendimiento del Proyecto (ver Figura 12). El mismo muestra la tendencia del índice del Valor Ganado (EV) y el valor de otros indicadores desde el comienzo del proyecto hasta una fecha de corte dada (Lugo, 2012).



**Figura 12 Reporte implementado por el Programa de Mejora (Lugo, 2012)**

Sin embargo los indicadores mostrados en el reporte están basados en variables en cuanto al tiempo y no en cuanto al costo para realizar un hito dentro del cronograma como lo define el PMBoK (Santiesteban, 2014).

Aunque el programa de mejora brinda a los proyectos un mecanismo adecuado para estimar y administrar correctamente los tiempos, costos y esfuerzos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto (Experiencias del programa de mejora de procesos en la Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011), presenta algunos problemas respecto a la definición de indicadores y esto afecta la calidad de los reportes y a la toma de decisiones por parte de los grupos jerárquicos de la organización. Además en la herramienta que lo soporta el Sistema de Información no se encuentra bien definido.

No obstante se continúan estudiando variantes y perfeccionando la herramienta GESPRO para satisfacer el enfoque original tal y como lo propone PMBoK en una tabla del capítulo 10 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto (ver Tabla 10).

**Tabla 10 Informe de Desempeño en Formato de Cuadro (Instituto de Gestión de Proyectos, 2013)**

Elemento de la EDT	Valores			Variación		Índice de Desempeño	
	Valor Planificado (PV)	Valor Ganado (EV)	Costo Real (AC)	Cronograma EV - PV	Costo EV - AC	Cronograma EV ÷ PV	Costo EV ÷ AC
1.0 Plan Pre-piloto	63,000	58,000	62,500	(5,000)	(4,500)	0.92	0.93
2.0 Listas de Control	64,000	48,000	46,800	(16,000)	1,200	0.75	1.03
3.0 Currículo	23,000	20,000	23,500	(3,000)	(3,500)	0.87	0.85
4.0 Evaluación Intermedia	68,000	68,000	72,500	-	(4,500)	1.00	0.94
5.0 Apoyo a la Implementación	12,000	10,000	10,000	(2,000)	-	0.83	1.00
6.0 Manual de Práctica	7,000	6,200	6,000	(800)	-200	0.89	1.03
7.0 Plan de Lanzamiento	20,000	13,500	18,100	(6,500)	(4,600)	0.68	0.75
<b>Totales</b>	<b>257,000</b>	<b>223,700</b>	<b>239,400</b>	<b>(33,300)</b>	<b>(15,700)</b>	<b>0.87</b>	<b>0.93</b>

Del análisis anterior se puede destacar que el programa de mejora de la UCI ha logrado establecer un marco de trabajo homogéneo para todos los proyectos y permite conocer y controlar mejor los resultados en todo el ciclo de vida del producto. Pero aún quedan pautas por corregir para lograr una efectiva comunicación de la información en los proyectos, utilizando la herramienta adecuada para su usabilidad y lograr el éxito de los proyectos (Santiesteban, 2014).

## **II 5 Contexto de estudio**

La industria cubana experimenta dificultades en el desarrollo exitoso de sus proyectos (Raúl Castro, 2011). Los recientes Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido Comunista de Cuba (PCC) demandan la urgencia de contar con mecanismos eficientes de control que permitan controlar el estado de los proyectos en las empresas y contribuir a la toma de decisiones (PCC, 2011). Para esto, se necesitan incorporar indicadores y sistemas de recuperación de información que favorezcan la Gestión de Proyectos y que permitan anticipar una situación desfavorable y tomar medidas para amortiguarla, así como el favorecer el proceso de toma de decisiones.

El Modelo para la construcción de un sistema de recuperación de información basado en Ontologías para la toma de decisiones en Gestión de Proyectos que se propone en esta investigación pretende ser una de las vías de solución ante las dificultades mencionadas anteriormente que no sólo será una vía de solución para Cuba, sino también, para otros escenarios internacionales que así lo requieran.

La propuesta de este Modelo se centra a partir del surgimiento de una necesidad y para validar la efectividad del mismo es importante enmarcarlo en un contexto de estudio donde se evidencien las características propias de este, los objetivos de trabajo, tomando en consideración sus necesidades y oportunidades para ser aplicado, independientemente de que sea un Modelo genérico aplicable al dominio de Gestión de Proyecto en cualquier organización.

Siguiendo lo antes planteado se toma como contexto de estudio la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) de Cuba. Este centro de altos estudios se basa en el concepto de universidad productiva partiendo de la formación y superación de sus estudiantes y trabajadores. Para organizar la producción se ha instaurado una red de centros de desarrollo de software que tienen como meta fundamental la creación de productos, servicios y soluciones informáticas. Desde los comienzos del Programa de Mejora de la UCI, se esboza la idea de crear un repositorio centralizado donde se almacenaran las medidas de la producción de software de los proyectos productivos de la universidad, con el objetivo fundamental de obtener indicadores para las estimaciones, verificar el cumplimiento de las planificaciones y facilitar la toma de decisiones. Se planteaba la necesidad de la

institucionalización de alguna herramienta que permitiera el acopio y almacenamiento de dichas medidas (Lugo García, 2012).

Ante esta problemática surge el Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos, al cual se le da como misión promover el uso de buenas prácticas para la Gestión de Proyectos, llevando a la vez una línea de investigación y desarrollo que abarca todas las áreas del conocimiento de esta disciplina. Este centro se rige (Piñero, 2013) por el estándar PMBoK propuesto por el PMI (PMI, 2013).

Hasta la actualidad, esta institución ha conseguido desarrollar un ecosistema de software genérico y adaptable, capaz de asistir a los usuarios en la gestión de los proyectos de cualquier tipo de organización. El avance de este producto se ha debido, entre otras razones, a la aplicación de resultados alcanzados por profesionales graduados de la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos. Esta maestría es coordinada por el propio laboratorio y posee un Modelo pedagógico (Piñero, 2013) homologable a los de prestigiosas instituciones internacionales (Torres López, 2010). Actualmente es reconocida por la Junta de Acreditación Nacional (JAN), órgano asesor de la dirección del Ministerio de Educación Superior (MES) presidida por el MES, como maestría de excelencia. Su desarrollo favorece el actuar circular y sistémico sobre el propio sistema, dotándolo de un alto valor agregado a través de los aportes teórico-prácticos de cada investigación culminada.

### **II 5.1 Descripción del Sistema Xedro Gespro**

El producto líder del ecosistema es Xedro Gespro, una suite de Gestión de Proyectos que se presenta como un Modelo de negocios basado en servicios, donde se combinan el uso de una solución informática para la Gestión de Proyectos y un sistema de formación especializada en Gestión de Proyectos (Piñero, 2013). Esta combinación posibilita no sólo la informatización de la Gestión de Proyectos en las organizaciones sino también la mejora continua de los procesos de planificación, control y seguimiento de sus proyectos y la empresa de manera general.

En tanto la solución informática Xedro Gespro ofrece una amplia gama de funcionalidades para el control y la toma de decisiones. Entre las más significativas se tiene que permite el control mediante indicadores a cuatro niveles (organización, programa, proyecto, persona). Los indicadores propuestos son calculados automáticamente y cubren todas las áreas de conocimiento emitidas en el PMBoK Proyectos (Piñero, 2013). Unido a ello cuenta con un subsistema de ayuda a la toma de decisiones que muestra tableros digitales de control a nivel de proyecto y organización, además de ofrecer más de 90 reportes, los cuales pueden ser personalizados.

El objetivo principal del tablero de control (TC) es ayudar a la toma de decisiones estratégicas en un proyecto de manera efectiva y oportuna, mediante el establecimiento y uso adecuado de un

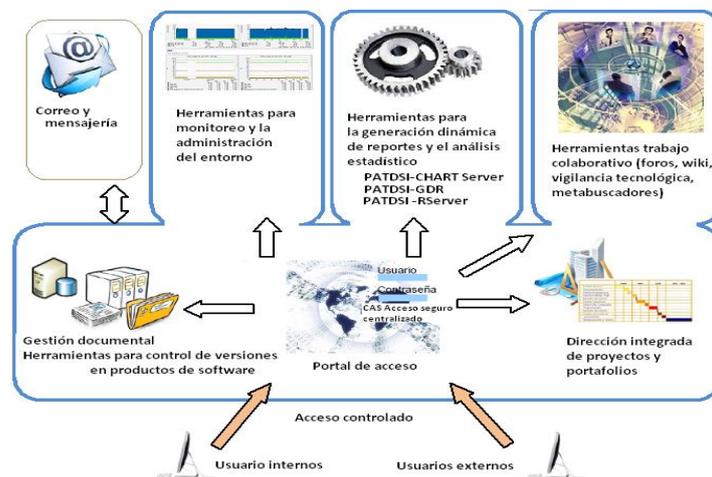
conjunto de indicadores, que integren todas las áreas de la organización, controlen la evolución de los factores clave de éxito derivados de la estrategia y lo haga, además, de forma equilibrada, atendiendo a las diferentes perspectivas que lo forman (Abelardo Santana, 2015).

En cuanto a los reportes son obtenidos gracias a la inclusión de un sistema basado en reportes (Santiesteban, 2015) que permite la definición de niveles directivos según la necesidad de la organización y a la vez comunica información a partir de reportes por las diferentes áreas del conocimiento. Además el sistema está sustentado por procesos que permiten procesar y visualizar la información a usuarios finales, permitiendo así la retroalimentación de la información analizada para corregir o evaluar la etapa de entrada (Laudon, 2012; PMI, 2013).

El sistema Xedro Gespro es un producto registrado en el Centro Nacional de Derecho de Autor (Cenda) paquete Gespro 13.05: 1540-2010 bajo licencia GNU GPL v2.0 (Piñero et. al, 2013) que constituye una herramienta para la dirección integrada de proyectos y la ayuda a la toma de decisiones (Piñero, 2013).

Este paquete está formado por cuatro grupos principales de herramientas:

- Herramientas para la dirección integrada de proyectos.
- Herramientas para la gestión documental y el control de versiones.
- Herramientas para el monitoreo, la administración y la recuperación ante fallos.
- Herramientas para el trabajo colaborativo y la ayuda a la toma de decisiones.



**Figura 13 Vista integrada de los componentes fundamentales de Gespro v1.0 (Piñero et al., 2013)**

### Componentes de la SUITE Gespro 13.05

Entre sus principales componentes se encuentran los que se observan en la siguiente Figura 14.



**Figura 14 Sistema de trabajo integrado (Piñero et al., 2013)**

La red colaborativa está compuesta por una lista colaborativa de investigaciones en Gestión de Proyectos de 305 miembros.

### **Arquitectura del sistema Gespro**

Desde la arquitectura de procesos, el sistema se rige por el estándar PMBoK del PMI (PMI, 2000, 2004, 2008 y 2013) y las buenas prácticas del programa de formación del Máster en Gestión de Proyectos de la Universidad de las Ciencias Informáticas Proyectos (Piñero, 2013). Las principales funcionalidades de Gespro pueden ser descritas en los siguientes módulos:

#### **1. Módulo Gestión de Portafolios de Proyectos:**

Descripción: Permite la gestión de portafolios de proyectos. Plan de proyecto, la ejecución del plan de proyecto y el control integrado de cambios. Incluye más de 35 tipos de reportes personalizados para la toma de decisiones, y facilidades para la generación dinámica de nuevos reportes a partir de solicitudes de clientes.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0, Subsistema UCI PATDSI Generador Reportes 1.6, UCI Plugin Reportes.

#### **2. Módulo Gestión de Tiempo:**

Descripción: Permite la definición de las actividades, la secuencia de las actividades, estimación de la duración de las actividades, desarrollo del programa y control del programa.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0.

#### **3. Módulo de apoyo a la Gestión de la Calidad:**

Descripción: Esta consiste en el apoyo en la planificación de la calidad, aseguramiento y control de calidad.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0.

#### **4. Módulo Gestión de Alcance:**

Descripción: Facilidades para la gestión del alcance del proyecto, la identificación de requisitos y la construcción de la estructura de desglose de trabajo.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0, Subsistema UCI CAXTOR, Subsistema para la Gestión de Alcance.

#### **5. Módulo Gestión de Costos:**

Descripción: La planificación de los recursos, estimación de los costos, preparación de presupuestos de costos y control de costos.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0, Subsistema UCI SIGE.

#### **6. Módulo Gestión de los Recursos Humanos:**

Descripción: Procesos requeridos para realizar un uso más eficiente y eficaz de las personas involucradas con el proyecto. Esta consiste en la planificación organizacional, la adquisición de personal, y en el desarrollo del equipo.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0, Subsistema UCI DCOM, UCI Plugin Asistencia.

#### **7. Módulo Gestión de Adquisiciones:**

Descripción: Gestión de los recursos materiales, la planificación de la adquisición hasta la asignación a proyectos.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0

#### **8. Módulo Gestión de comunicaciones:**

Descripción: Procesos requeridos para asegurar la generación, recopilación, diseminación, almacenamiento y disposición final de la información del proyecto. Facilita la planificación de las comunicaciones, distribución de la información, reporte del rendimiento, gestión de acuerdos, gestión de compromisos, foros, noticias, wiki.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0, Subsistema UCI PATDSI Generador Reportes 1.6, Subsistema ORION v1.0, UCI Plugin DT Lib v 1.0, UCI Plugin Redmine Side News v 1.0, Plugin Redmine ez Sidebar v 1.0.

#### **9. Módulo Gestión de Riesgos:**

Descripción: Procesos para la identificación, análisis y respuesta al riesgo del proyecto. Esta consiste en la planificación de la gestión de riesgos, identificación de los riesgos, análisis cualitativo de los riesgos, análisis cuantitativo de los riesgos, planificación de las respuestas a los riesgos, y monitoreo y control de los riesgos.

Activos: Subsistema Redmine, UCI Plugin Gestión Riesgos v 1.0.3.

#### **10. Módulo Gestión Documental:**

Descripción: Permite la gestión documental de la organización potenciando el uso de flujos documentales y facilidades para la gestión de los documentos.

Activos: Subsistema UCI Excriba base en Alfresco v3.2, UCI Gestión documental Plugin v UCI Plugin Components v 1.0.

#### **11. Módulo Control de Versiones:**

Descripción: Módulo de especial interés en los proyectos de desarrollo de software, permite el control de versiones del código y potencia el trabajo colaborativo.

Activos: Subversion v1.4.5, GIT v1.0, UCI Plugin SVN Estadísticas.

#### **12. Módulo para las salvas de seguridad:**

Descripción: Módulo que de forma integrada y controlada permite la salva de seguridad de los datos de la plataforma potenciando respaldo para: la gestión documental, para el control versiones y las actividades del sistema de dirección integrada de proyectos.

Activos: Subsistema Salvas de seguridad, Báculo Enterprise Edition 2.6.1.

#### **13. Módulo de monitoreo y administración:**

Descripción: Permite la administración centralizada de todos los recursos dispuestos en la red y que son explotados por la plataforma Gespro, permite además el monitoreo permanente de la plataforma monitoreando más de 30 variables por cada servidor.

Activos: Subsistema UCI Monitoreo basado en Munin, Virtual Center: VM warev Sphere.

#### **14. Módulo de autenticación:**

Descripción: Permite la autenticación centralizada tanto para usuarios internos como externos, garantiza además el manejo de la conexiones y la navegación por el paquete de soluciones. Autenticación contra LDAP.

Activos: Jasig CAS v3.3.1, LDAP, UCI Plugin Conexión CAS (JASIC).

#### **15. Módulo de herramientas de apoyo al desarrollo:**

Descripción: Incluye un paquete de herramientas auxiliares para el desarrollo de los proyectos de desarrollo de software. Incluye herramientas para la protección del código abierto, y herramientas para el desarrollo de interfaces webs.

Activos: Subsistema ODEC v1.0, Subsistema CAXTOR 1.0, PATDSI-Chart Server 1.0.3, UCI Plugin Links

#### **16. Módulo de soporte a las comunicaciones:**

Descripción: Incluye integración con herramientas para el envío y recepción de mensajes, integración con servicios de telefonía móvil.

Activos: Subsistema de integración con correo (experiencia probada en integración con el servidor de correo ZIMBRA). Subsistema Integración con telefonía móvil (desarrollo).

### 17. Módulo de gestión de incidencias para gestión de no conformidades:

Descripción: Incluye como parte de la propia plataforma funcionalidades para la gestión de las propias incidencias de la plataforma facilitando su resolución como parte de un sistema de alta disponibilidad y rendimiento. Posibilita el soporte a 3 niveles.

Activos: Subsistema Redmine v 1.0.

### 18. Módulo de ayuda:

Descripción: Incluye como parte de la propia plataforma funcionalidades para la gestión de las propias incidencias de la plataforma facilitando su resolución como parte de un sistema de alta disponibilidad y rendimiento. Posibilita el soporte a 3 niveles.

Activos: Manual de usuarios de cada uno de los componentes COTS establecidos, Modelo de Gestión de Proyectos y el Banco de preguntas y respuestas para el soporte a la aplicación.

### Vistas de la arquitectura

La vista de la arquitectura de presentación muestra al sistema Gespro, como una plataforma web con facilidades para la personalización visual.

La vista de arquitectura de datos se caracteriza por el uso del gestor Postgre SQL 9.1. Incluye facilidades para la extracción, transformación y carga de datos desde los sistemas operacionales hacia un almacén de datos y el análisis histórico.

En cuanto al almacén de datos es un sistema que extrae, limpia, ajusta e integra los datos del origen en un almacenamiento de datos dimensionales, donde dicha colección de datos estará orientada a temas y permanecerán no volátiles y variables en el tiempo, con el fin de apoyar la toma de decisiones. La Figura 15 a continuación así lo demuestra.

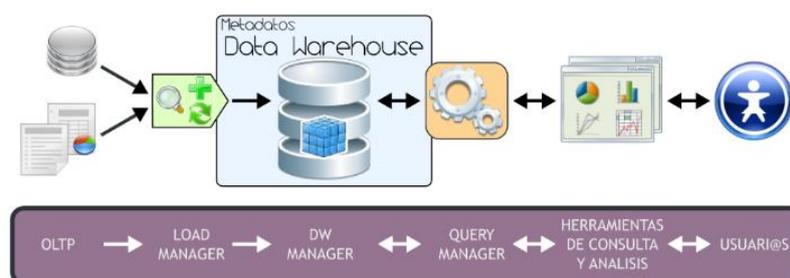


Figura 15 Arquitectura de un Almacén de Datos (Bernabeu, 2010)

### **Paquete de servicios para la formación de competencias en Gestión de Proyectos**

Este componente es esencial en el desarrollo de la Gestión de Proyectos. No basta con tener buenas herramientas si los profesionales no tienen una adecuada formación. Para la construcción del paquete de servicios de formación se realizó un estudio del estado del arte de las tendencias internacionales en la enseñanza de Gestión de Proyectos, se analizaron siete programas europeos, ocho latinoamericanos, cinco estadounidenses, dos canadienses, dos australianos, tres japoneses y un programa de estudio de la India (Piñero et al., 2009).

Finalmente se propone un nuevo programa de formación que incluye cursos de posgrado independientes y un programa de Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos (Piñero et al., 2009). Este programa forma parte del paquete de servicios de formación para la dirección integrada de proyectos.

El programa está formado por cuatro cursos obligatorios y 16 optativos, lo que ha dado una gran flexibilidad y profundidad en los conocimientos. Posibilita que los interesados a partir de la selección de cursos optativos puedan moverse por diferentes perfiles.

El paquete de servicios para la formación se caracteriza por los siguientes elementos:

Constituye un servicio de formación alineado con los principales estándares internacionales: la guía para la Gestión de Proyectos que propone el PMI y la Norma ISO 10006 del 2003. (PMI, 2004 y 2008). Mantiene un balance de conocimientos entre cursos de corte general en investigación, ética y dirección; con cursos específicos en el área de la Gestión de Proyectos Tomando como base un grupo considerable de programas de formación europeos, asiáticos y el Modelo de la Universidad de Stanford (CIECE, 2010; STA, 2010; APIC, 2010; ESI, 2010; P2M, 2010).

Ha sido concebido como parte del ecosistema Gespro y se logra una sinergia que permite la enseñanza de técnicas de Gestión de Proyectos utilizando la herramienta Gespro y la continuidad en el desarrollo de la herramienta a partir de las investigaciones y las mejores prácticas en Gestión de Proyectos.

Centrada en la investigación, los créditos no lectivos (publicaciones, eventos), los seminarios de tesis, la tesis y la introducción de resultados representan 46 créditos, producto de la investigación, mientras que solo 26 créditos se obtienen desde cursos de formación.

### **Comercialización del paquete de servicios**

El paquete de servicios para la dirección integrada de proyectos se comercializa. Para ello se ha concebido un Modelo basado en servicios que se relacionan a continuación:

- Servicio de personalización de la Suite Gespro, bajo licencia GNU GPL v2.0, para el control y seguimiento de proyectos y la toma de decisiones.
- Servicio para la configuración y montaje de la plataforma en entorno de alta disponibilidad y rendimiento en Centros Datos con facilidades para el monitoreo de los servidores y la salva de seguridad.
- Servicio de despliegue de la plataforma con acompañamiento permitiendo la asimilación de la plataforma y migración de los datos de los proyectos existentes para la nueva plataforma.
- Servicio de montaje y personalización de programa para la formación en Gestión de Proyectos.
- Servicio de suscripciones a actualizaciones de la Plataforma Gespro y soporte técnico.
- Servicio de consultoría y montaje de proyectos de desarrollo.

Este Modelo de comercialización garantiza el desarrollo sostenible del paquete de servicios y las investigaciones a él asociadas.

Con el desarrollo del paquete de servicios para la dirección integrada de proyectos se logran:

- Dos registros de productos de software en el Centro Nacional de Derecho de Cuba (Piñero et al., 2010; Sarduy y Piñero, et al., 2010).
- Seis tesis de maestría en Gestión de Proyectos informáticas referenciar las tesis (P2M, 2010) (Vázquez Acosta, 2010) (Rivera, 2010).
- La aplicación en diversos escenarios algunos de los cuales se describen a continuación.

El nuevo paquete de servicios de formación ha mejorado los resultados del programa de formación de la Maestría de Gestión de Proyectos porque: ha ampliado la pertinencia del programa al aumentar la cantidad de egresados que se mantiene trabajando en Gestión de Proyectos, así como la cantidad de egresados en tiempo de esta maestría.

El paquete de servicios propuesto contribuye además, a la formación en los programas de: Maestría en Informática Aplicada y Maestría en Calidad que se imparten en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

La inclusión de herramientas para la ayuda a la toma de decisiones en la Gestión de Proyectos ayuda significativamente al control y seguimiento de los proyectos y permite un ahorro en el tiempo de los análisis.

El desarrollo del paquete GESPRO ha estado basado en ecosistemas de software y líneas de productos de software y ha permitido obtener una alta productividad en el desarrollo de aplicaciones para la Gestión de Proyectos. Asimismo ha mostrado que estos Modelos de desarrollo son aplicables.

El producto GESPRO es comercializado bajo licencia GPL, los activos que lo componen son dominados completamente por el Laboratorio de Gestión de Proyectos que lo desarrolló potenciando la independencia tecnológica de nuestro Modelo de producción.

### **Limitaciones detectadas y fundamentación de la propuesta del Modelo**

Las técnicas aplicadas de softcomputing, sistema de reportes, tablero de control, almacén de datos de proyectos terminados han favorecido los resultados en el proceso de toma de decisiones, pero aún quedan pautas por corregir para lograr una efectiva comunicación de la información en los proyectos, utilizando la herramienta adecuada para su usabilidad y lograr el éxito de los proyectos.

Los objetivos para proponer un Modelo basado en Ontologías para diseñar y construir un sistema de recuperación de información en Gestión de Proyectos para la toma de decisiones vienen dado a partir de las necesidades o carencias de información referidas a la Gestión de Proyectos que existen en las organizaciones que gestionan proyectos, particularmente en el contexto UCI, enmarcado en los usuarios que desarrollan proyectos y son actores directos en el uso del Sistema Xedro Gespro; debido a la importancia del conocimiento que se genera y que se adquiere a la vez, en la realización de cada uno de los proyectos que se ejecutan y controlan a partir del diseño y construcción de este sistema de recuperación de información para la toma de decisiones, además de la escasa bibliografía existente sobre Ontologías vistas como sistemas de recuperación de información que traten este dominio en específico.

Lo anteriormente referido surge a partir de una motivación que parte de una necesidad de información del usuario o lo que es igual a un requerimiento de información, una pregunta o una consulta. Para ello el usuario necesita obtener información relevante, útil para la toma de decisiones (Baeza-Yates, 1999; Canfora, 2004; Mitra, Wiederhold, & Kersten, 2000; Rijsbergen, 2012). La disciplina de la recuperación de la información en este sentido cobra vital importancia ya que a partir de ella se diseñan, construyen y se prueban los sistemas de recuperación de información, tratando a su vez con procesos tales como: representación, almacenamiento, organización y acceso a elementos de información.

Asociado al Sistema Gespro, existe un tablero de control, un sistema de información basado en reportes y un almacén de datos de la base de datos de proyectos terminados del Gespro, ya referidos anteriormente, pero aun cuando se cuente con estas herramientas el proceso de recuperación de la información en Gestión de Proyectos para la toma de decisiones es lento, tedioso e insuficiente, porque no existe una fuente heterogénea del conocimiento que represente, almacene, organice y ofrezca un acceso rápido a recursos de información que estén contenidos en cada una de estas herramientas, entre otros recursos, que pueden ser descritos en una Ontología, que a diferencia de

cualquiera de estos sistemas en el caso de contar con un sistema de recuperación de información basado en una Ontología, se podrán tener en cuenta los elementos y estructuras que se plantean en estas herramientas pertenecientes a la Gestión de Proyectos en un solo sistema. Cuando el usuario inserta una consulta, el sistema trata de insertar el conocimiento de las Ontologías para enriquecer la expresión de la consulta y mejorar la probabilidad de obtener documentación relevante. Constituyendo ésta la esencia de las Ontologías en los SRI (Wang, 2006 ).

La propuesta de este Modelo basado en Ontologías en Gestión de Proyectos permitirá la construcción y diseño de sistemas de información basados en Ontologías para recuperar información como apoyo a la toma de decisiones en este dominio del conocimiento, pero en este caso aprovechando las ventajas que ofrecen las Ontologías en este sentido para especificar y comunicar el conocimiento del dominio de una manera genérica y que además son muy útiles para estructurar y definir el significado de los términos.

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se relacionan los materiales que se han utilizado en esta investigación así como los métodos empleados en el desarrollo de la misma.

### **III 1 Materiales empleados en la investigación**

El epígrafe muestra un compendio de los distintos materiales empleados. Se refleja estructuralmente de forma detallada los elementos que han tenido un impacto en el propio proceso de investigación, así como en la aplicación de los distintos métodos utilizados. En tal sentido, los materiales son representados en tres grupos, identificados por el contexto de estudio: los de corte documental, (recursos documentales), los relacionados con los recursos humanos y los que guardan relación con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), como recursos tecnológicos.

#### **III 1.1 Materiales de corte documental**

El marco teórico-conceptual se ha abordado en tópicos fundamentales tratados en la investigación como los SOCs. Se abordan sus principales características, así como las Ontologías vistas como sistemas que permiten la recuperación de información para la toma de decisiones. También se ha referido un acápite sobre la toma de decisiones para evidenciar la vinculación entre los temas. Así como ejemplos de Sistemas basados en Ontologías y modelos para el diseño de sistemas de recuperación de información. Ha sido abordado además la Gestión de Proyecto como campo de aplicación, definiéndose los preceptos conceptuales que son tratados en este dominio. Para ello han sido consultados los principales autores en dichos campos de estudios.

##### **III 1.1.1 Fuentes documentales consultadas**

Todas las fuentes documentales utilizadas en la tesis tienen un origen polisémico y sustentan cada una de las aseveraciones declaradas en esta tesis. La complejidad de las fuentes y del tema hizo que constantemente el autor tuviese que recolectar información de diversos recursos y fuentes. El procedimiento que se desarrolló para el análisis de las fuentes consistió en lo siguiente:

1. Localización de Información en diversas bases de datos y recursos de información de diversa naturaleza.
2. Selección y análisis crítico de los temas y los documentos.

Entre las fuentes documentales de la investigación se encuentran las bases de datos, las cuales han sido usadas por la importancia y fiabilidad de los datos que contienen para este tipo de investigación ellas son:

- Web of Science.

- Scopus.
- EBSCO Host.
- LISA.
- LISTA.
- Proquest.

Otra de las fuentes documentales consultadas fue el Google Scholar Citations (GSC). Con una variedad de análisis realizados, tanto a favor (Harzing & van der Wal, 2008) como en contra (Jacsó, 2005), Google Scholar Citations (GSC) se supone una herramienta que puede utilizarse como complemento de las tradicionales bases de datos como WoS y Scopus. Su aparición ha supuesto la popularización del acceso a la información científica y de la evaluación de la investigación, dado su facilidad de uso y su magnífico rendimiento en la recuperación de información y en la generación de indicadores bibliométricos, además de forma gratuita (Delgado-López-Cózar & Repiso-Caballero, 2013). Como plataforma para los estudios bibliométricos ha sido objeto de una variedad de estudios (Torres-Salinas et. al., 2009; Cabezas-Clavijo y Delgado-López-Cózar, 2013; Delgado López-Cózar, et. al., 2014 ;) donde se destacan aspectos relevantes y limitaciones para la actividad investigadora.

En esta investigación se ha escogido GSC como fuente de datos por ser un buscador especializado en bibliografía dirigido a la comunidad científico-académica y porque además:

1. Permite conocer el impacto científico de un corpus documental que cubre una mayor tipología de materiales académicos (artículos de revistas científicas y libros, informes científico-técnicos, workingpapers –informes de trabajo, comunicaciones y ponencias en congresos, seminarios y jornadas, sitios web gubernamentales e institucionales, preprints; tesis y tesinas, etc). Es decir, posee una cobertura de una amplia tipología de fuentes de información: repositorios, bases de datos, sociedades científicas como (American Physical Society, American Chemical Society, Royal Society of Chemistry), catálogos en línea de bibliotecas (Worldcat, Dialnet), institutos de investigación, productos de Google (Google Patents y Google Books) donde estas pueden ser accedidas desde un mismo sitio.
2. Su cobertura documental genera un universo de citación diferente al de las otras bases de datos, con una serie de citas que son exclusivamente suyas. Posibilita el análisis de citas a todos los niveles, facilitando el acceso a datos en áreas como Sociales, Humanidades o Ingenierías, que hasta el momento mostraban mayores lagunas en este terreno respecto a las ciencias experimentales (Torres Salinas et al., 2009). Y en tipos documentales, algunos como los libros se ven favorecidos (Harzing & van der Wal, 2008).

El análisis de los resultados de la investigación y su diseminación más allá de los tradicionales canales de comunicación científica, requiere del uso de fuentes de datos diversos entre ellas también fueron usadas las redes sociales de carácter científico: Research Gate.

Las redes sociales académicas como *Academia.edu*, *Research Gate* o incluso plataformas para compartir publicaciones científicas como Mendeley o Cite Ulike, brindan al investigador la posibilidad de publicar en otros canales de comunicación “informales”. *Research Gate* es una de estas redes académicas que se han popularizado en la comunidad académica como canal para diseminar sus resultados, en tanto permite al investigador crear su perfil, publicar sus resultados y conectar con otros colegas de la comunidad académica. Desde el punto de vista social para compartir recursos académicos, se está utilizando cada vez con mayor frecuencia en la actividad investigadora, debido a su importancia, reconocida como mayor red social para compartir conocimiento (Delgado López-Cózar, et. al., 2014).

En un artículo publicado por Koushay Thellwall (2014), se releva que las estadísticas vinculadas a Research Gate correlacionan moderadamente bien con otros rankings de instituciones académicas.

Si bien aún tiene un carácter incipiente, su uso releva no sólo la actividad sino los esfuerzos del investigador por difundir los resultados de su investigación más allá de los canales tradicionales de comunicación científica.

Cabe resaltar que para abordar las cuestiones referentes a la Gestión de Proyectos que es el dominio en cuestión sobre el cual se realiza el Modelo, se tomaron en cuenta los criterios expuestos en la Guía del PMBoK, el cual es un estándar desarrollado por el *PMI*, en sus diferentes versiones. Este documento es reconocido en la literatura como una de las principales herramientas para la profesión y una referencia esencial para la biblioteca de cada proyecto de gestión profesional. Es un estándar reconocido internacionalmente por la (IEEE Std 1490-2009) que provee los fundamentos de la Gestión de Proyectos, los cuales son aplicables a un amplio rango de proyectos, incluyendo construcción, software e ingeniería. También ofrece un conjunto de procesos, generalmente reconocidas como buenas prácticas, que permite obtener resultados a través de industrias y organizaciones, con prácticas de base que impulsan los resultados del negocio para cualquier organización - local, regional y mundial. También se tienen en cuenta los criterios expresados por las diferentes escuelas en Gestión de Proyectos, tomando de ello las mejores prácticas.

Para la obtención del Modelo fueron estudiadas las propuestas emitidas por otros autores en cuanto a Modelos para la construcción de Sistemas basados en Ontologías, los cuales se mencionan a continuación: (Albacete, 2010; Anass et al., 2011; Andersen, 2002; Finardi, Miranda y Crespo, 2010;

Green, 2002; Hjørland, 2004; McIlwaine, 2004; Rivero, 2009 y Vickery, 2008; Tálamo, 1997; Barité, 2011; Codina & Pedraza- Jiménez, 2011; Barchiniet.al, 2010; Leiva, 2009; Chisholm, 1996; Milton y Kazmierczak, 1999; Milton et al., 2001; Bunge, 1977; Bunge, 1979; Wand y Weber, 1990; Masolo et al, 2003; Herrero et al, 2006; Davies, et al., 2003; Milton y Kazmierczak, 1999; Milton et al., 2001; Milton et al., 2000; Opdahl, 1998; Opdahl y Henderson-Sellers, 1998; Rosemann y Green, 2001; Castell y Macías, 2003; Martínez y García-Serrano, 2000; Herrero, 2004; Perez-Soltero, Barcelo-Valenzuela, et al., 2005; Van Elst, et al., 2004; Pérez, et al., 2000; Lucas, Moreira da Silva y Simoes, 2006; Bonifacio, Bouquet y Traverso, 2002; Razmerita, Angehrn Y Maedche, 2003; Rodríguez y López-Huertas 2013).

También fueron estudiadas un conjunto de metodologías para la concepción de la estructura del Modelo para el desarrollo de la Ontología, entre ellas están: metodología CYC, (Lenat y Guha, 1990 & Corcho et al., 2012), la metodología de Uschold y King (1995), la metodología de Gruninger y Fox (1995), la metodología Kactus Schreiber y Wielinga , (1995), la metodología Methontology, (Gómez-Pérez y Fernández-López, 1996; Juristo, 1997; Fernández-López, 1999; Gómez-Pérez, 1998 y Corcho, Fernández-López, et. al., 2012), la Ontología de Sensus (Swartout, et al., 1997 & Corcho, Fernández-López, et al., 2012), la metodología On-toknowledge Staab, et al., (2001), la metodología Terminae, (Corcho, et al., 2003) , la metodología para aplicar el Modelo Moar (Pérez-Soltero et al., 2005), la metodología Ding y Foo (2011), “Ontology Development 101” , Guzmán, et al., (2012). Unido a los planteamientos de los autores referentes a los Modelos para la construcción de sistemas basados en Ontologías y a las metodologías antes expuestas para desarrollar Ontologías, ha sido concebida la propuesta del Modelo.

### **III 1.2 Materiales relacionados con los recursos humanos**

#### **1. Miembros y colaboradores**

Los miembros y colaboradores están constituidos por todas las personas que han tenido una participación activa en el proceso investigativo, por tanto, constituyen también parte de los materiales empleados. Ellos han propiciado el desenvolvimiento de todo el trabajo desarrollado debido a su carácter participativo en cada una de las etapas. Son considerados miembros las personas que pertenecen al Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos y que constituyen plantilla a tiempo completo en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), que a su vez realizan investigaciones o son responsables de líneas de investigación para desarrollar la Gestión de Proyectos. Los colaboradores son las personas que pertenecen a otros departamentos que investigan sobre líneas que responden a la Gestión de Proyectos, la constitución de ambos se refleja a continuación:

- MsC. Gestión de Proyectos.
- MsC Ciencias de la Documentación.

- MsC Ciencias de la Información.
- Ms.C Ingeniería Civil.
- DrC. Ciencias Técnicas.
- Profesores-Jefes de proyecto.
- Profesores-programadores.
- Profesores-Administradores de configuración.
- Especialistas-programadores.
- Especialistas- Implantadores de soluciones.
- Especialistas-Gestores del Conocimiento.
- Jefes de Departamento.
- Coordinador de la Maestría de Gestión de Proyectos Informáticos.
- Profesores del Claustro de la Maestría de Gestión de Proyectos Informáticos.
- Miembros del Grupo Coordinador de la Maestría de Gestión de Proyectos Informáticos.

## 2. Grupo de expertos

La acepción terminológica experto, se identifica con grupo de personas de elevado nivel del conocimiento en un tema determinado, capaces de ofrecer juicios sobre algún fenómeno o cosa en forma conclusiva, o hacer aportaciones y valoraciones de alto nivel. Como indica (Meneses Placeres, 2010) es el investigador quien debe determinar las cualidades que han de poseer los expertos a los cuales va a someter su trabajo.

La UCI está constituida por un claustro relativamente joven, por lo que la mayoría de los actores directos en la producción y desarrollo de proyectos en la Universidad no cuentan con tantos años de experiencia. Para seleccionar los expertos en esta investigación se toma como criterio la evaluación del coeficiente de competitividad (K) de cada candidato en la temática de Gestión de Proyectos.

En la Tabla 11a continuación se muestra la relación de los mismos.

**Tabla 11 Relación de expertos**

No.	Funciones
E1	Jefe del Departamento de Investigaciones en Gestión de proyectos y Coordinador principal de la Maestría "Gestión de Proyectos Informáticos"
E2	Asesor principal en la temática de Gestión de Proyectos
E3	Jefe del grupo de Gestión de Datos
E4	Jefe del grupo y coordinadora de la Maestría "Gestión de Proyectos Informáticos"
E5	Jefe del grupo de control y seguimiento de los proyectos de la Dirección General de Proyectos
E6	Auditor de la calidad en los proyectos a nivel de Centro UCI

E7	Asesor de Calidad de los proyectos a nivel de Sistema de Gestión de Proyectos
E8	Alta gerencia de oficina de gestión de proyectos
E9	Clientes (Xetic, Calisof, Copextel, Guardián del Alba, UCI).

### 3. Equipo de desarrollo

El equipo de desarrollo se refiere a las personas que contribuyeron a la construcción del Sistema de información basado en Ontología a partir del Modelo propuesto en la investigación. Estuvieron constituidas por dos ingenieros informáticos y dos analistas de sistema, su participación en esta investigación se debió a su experiencia en el campo de la programación e ingeniería de software respectivamente y por su interés y motivación en la realización de este tipo de Sistemas, su misión estuvo acentuada en garantizar la funcionalidad del sistema.

#### III 1.3 Materiales relacionados con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)

El desarrollo de la investigación se ha servido de diversas herramientas y equipamientos informáticos, los cuales han servido tanto para representar y obtener resultados del proceso investigativo, como para el procesamiento de los datos, a continuación se relacionan estos materiales:

*a) Para el procesamiento de los datos en el caso de estudio.*

La herramienta informática utilizada para el procesamiento de los datos fueron los software que ofrece Microsoft, específicamente el Microsoft Excel 2013 del paquete de Microsoft OFFICE 2013, para los análisis de frecuencia de respuesta a las preguntas realizadas en las encuestas.

*b) Tecnologías asociadas a la construcción del modelo.*

La herramienta DIA con el lenguaje de modelado IDEF0 (Integrated Definition Modeling language). Es una técnica de modelación concebida para representar de manera estructurada y jerárquica las actividades que conforman un sistema. Un modelo IDEF0 se compone de una serie jerárquica de diagramas que permiten mediante niveles de detalle, describir las funciones especificadas en el nivel superior. En las vistas superiores del modelo la interacción entre las actividades representadas permite visualizar los procesos fundamentales. Permite modelar gráficamente sistemas de diferente propósito y a cualquier nivel de detalle y constituye un medio para comunicar reglas y procesos de negocios, así como obtener una vista estratégica de un proceso.

*c) Tecnologías asociadas al diseño de la Ontología.*

Para el diseño, prueba y validación de la Ontología se usó el Protégé versión 4.3 y como herramienta extra de modelado visual paradigm.

Protégé es una herramienta a través de la cual el usuario puede construir Ontologías de dominio, generar usuarios de entrada de datos y efectuar la propia entrada de datos. Es una herramienta que

permite acceso a 25 aplicaciones externas basadas en conocimiento. Además es una biblioteca a la que otras aplicaciones pueden acceder, permitiéndoles acceder a las bases de conocimiento de las cuales se dispone. Está disponible en: <http://protege.stanford.edu/>.

*d) Tecnologías asociadas a la construcción del Sistema de Información basado en Ontología.*

Para la aplicación del Modelo propuesto se ha construido un Sistema de Información basado en Ontología con el objetivo de recuperar la información para la toma de decisiones.

Para ello se han empleado tecnologías de aplicaciones cliente-servidor y de sistemas de gestión de bases de datos Postgre SQL 9.3, como gestor de Bases de Datos y pgAdmin como cliente para dicho Gestor.

Para la aplicación Cliente-Servidor, HTML/HTML5 (estructura), CSS/CSS3 (con framework twitter boot strap) y Javascript (con framework JQuery) para el lado del cliente, y del servidor, PHP 5.4.X para la programación.

### **PostgreSQL**

Es un Sistema de gestión de bases de datos relacionales orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia BSD. Como muchos otros proyectos de código abierto, el desarrollo de PostgreSQL no es manejado por una empresa y/o persona, sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores que trabajan de forma desinteresada, altruista, libre y/o apoyada por organizaciones comerciales. Dicha comunidad es denominada el PGDG (PostgreSQL Global Development Group).

### **Servidor HTTP Apache**

El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.12 y la noción de sitio virtual.

### **Descripción del lenguaje**

#### **HTML**

Siglas de *Hyper Text Markup Language* (lenguaje de marcas de hipertexto), hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Es un estándar que sirve de referencia para la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, entre otros.

## **Hoja de estilo en cascada o CSS** (siglas en inglés de *Cascading Style Sheets*)

Es un lenguaje usado para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML (extensible markup language). La idea que se encuentra detrás del desarrollo de CSS es separar la estructura de un documento de su presentación.

## **JavaScript (JS)**

Es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico y su función principal es proveer la intención entre el usuario final y la aplicación, desde el cliente.

## **PHP**

Es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante.

## **Framework**

### **jQuery**

Es una biblioteca de JavaScript, es software libre y de código abierto. Al igual que otras bibliotecas, ofrece una serie de funcionalidades basadas en JavaScript que de otra manera requerirían de mucho más código, es decir, con las funciones propias de esta biblioteca se logran grandes resultados en menos tiempo y espacio.

### **jQuery UI**

Es una biblioteca de componentes para el framework jQuery que le añaden un conjunto de plug-ins, widgets y efectos visuales para la creación de aplicaciones web. Cada componente o módulo se desarrolla de acuerdo a la filosofía de jQuery (*find something, manipulate it*: encuentra algo, manipúlalo). Abstrae al programador de las implementaciones de funciones generales en navegadores particulares.

### **Twitter Bootstrap**

Es un framework o conjunto de herramientas de software libre para diseño de sitios y aplicaciones web. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como, extensiones de JavaScript opcionales adicionales. Permite que el diseño sea adaptativo en cada dispositivo en que se ejecute.

### **Técnica AJAX**

AJAX, acrónimo de *Asynchronous JavaScript And XML* (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas o RIA (*Rich Internet Applications*). Estas

aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, mejorando la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

### **III 2 Métodos y técnicas utilizados en la investigación**

Este acápite recogerá todo el bagaje estructural metodológico que sustenta esta investigación, donde intervienen variados campos y disciplinas como son los Sistemas de Información basados en Ontologías, las Ontologías, la Gestión de Proyectos desde su representación y estructuración para la recuperación de la información entre otros campos, que permitirán sustentar el proceso investigativo, así como el resultado que se deriva del mismo.

El método de investigación es una forma regularizada, sistematizada y ordenada de realizar alguna acción para (Meneses Placeres, 2010). Estos autores refieren la existencia de balances teóricos entre las características esenciales de los métodos científicos, coincidiendo en que el método de investigación tiene las siguientes características:

- Trasciende los hechos.
- Es fáctico.
- Se atiene a reglas metodológicas.
- Se vale de la verificación empírica.
- Es auto correctivo y progresivo.
- Es objetivo.
- Sus formulaciones son de tipo general.

En esta investigación se han agrupado los métodos en cinco grupos para su mejor comprensión, ellos son: métodos generales, métodos aplicados a los participantes, metodología para la concepción del Modelo ontológico de sistema de recuperación de información, metodología para la obtención del Sistema basado en Ontologías y los métodos de evaluación.

#### **III 2.1 Métodos generales**

##### **Estrategias de búsquedas empleadas en la interrogación de bases de datos**

Una parte importante de las fuentes de información utilizadas para fundamentar este estudio se obtuvieron de las bases de datos descritas en Materiales. Para ello, se desarrolló una estrategia de búsqueda con criterios de inclusión y exclusión predefinidos junto con la cumplimentación de las hojas de la extracción de datos de cada estudio (Booz, 1982); todo ello de vital importancia para la obtención de los resultados.

Los criterios de búsqueda estuvieron principalmente enfocados alrededor de las temáticas relacionadas con el objeto de estudio y la búsqueda pretendió ser lo más exhaustiva posible. El período de retrosección de las búsquedas fue de 1990 en adelante con el objetivo de captar todo tipo de información contenida en los clásicos.

Para elaborar las categorías de análisis se usaron como punto de partida los conceptos necesarios para comprender la importancia del modelado de los Sistemas de información basados en Ontologías, que permiten la recuperación de información a partir de la organización del conocimiento, por tanto, se toman como unidades de análisis: SOCs, Ontologías, Sistemas de información basados en Ontologías y la Gestión de Proyectos.

Para realizar las búsquedas se siguieron las estrategias a partir de diferentes criterios, ver Tabla 12 a continuación:

**Tabla 12 Criterios de selección de la literatura**

Criterios	Estrategias de búsquedas
1- Desarrollo de los SOCs en la Gestión de Proyectos.	<p>1 knowledge organization system/s AND project/s management</p> <p>En el campo <b>Topic</b>= ("knowledge organization system" AND "project management").</p> <p>2 Posteriormente los primeros dos campos se unieron usando el operador "and" para obtener los registros del tercer campo donde co-ocurrieran ambas expresiones para obtener los resultados del "knowledge organization system in Project management",</p> <p>3 Por último se refinó la búsqueda acotándola a la siguiente prescripción ("knowledge organi* system").</p>
2- Analizar la perspectiva de la Gestión de Proyectos desde la Ciencias de la Información.	<p>1 project/s management AND information science/s gestión mediante proyectos = Project management y ciencias de la documentación = information science. En el campo <b>Topic</b>= ("Project management") AND Topic= ("information science").</p> <p>2 En el campo <b>Topic</b>= ("Project management") (sólo como disciplina) gestión mediante proyectos = Project management. Refinando la búsqueda en idioma, inglés, portugués o español, en las siguientes categorías: Categories= (managementorcomputerscienceinformationsystemsorinformationsciencelibraryscienceorcomputerscienceinterdisciplinaryapplicationsorcomputerscience software engineering)</p> <p>3 Se decidió refinar la búsqueda usando las siguientes categorías: Categories= (computer science information systems or information science library science or computer science interdisciplinary applications or computer science software engineering)</p> <p>4 Se siguió refinando usando como categorías: Categories= (management or computer science information systems or information science library science or computer science interdisciplinary applications or computer science software engineering) and [excluding] document type= (editorial material).</p>

<p>3- Desarrollo de los Sistemas de recuperación de la Información desde la Gestión de proyectos.</p>	<p>Information retrieval system/s AND Project/s management (para ver a los sistemas de recuperación de información en la Gestión de proyectos, o viceversa), sistema de recuperación de información = information retrieval system (IR system)</p> <p>1 En el campo <b>Topic</b>= ("information retrieval system"), usando las siguientes categorías: Categories= (information science library science or computer science information systems or computer science software engineering or computer science interdisciplinary applications or management).</p>
<p>4- Sistemas de recuperación de información y Ontologías.</p>	<p>Por último sobre information retrieval system/s AND ontology/ies (para ver las Ontologías como sistemas de recuperación de información), sistema de recuperación de información = information retrieval system, Ontología-s = ontology-ies</p> <p>1 En este caso se usaron dos topic: <b>Topic</b>= ("information retrieval system") AND Topic= (ontolog*).</p> <p>2 Por último se realizó otra estrategia de búsqueda que agrandara más el campo de las Ontologías <b>Topic</b>= (ontology), Categories= (Information Science Library Science) AND Languages= (English or Portuguese or Spanish).</p>

### III 2.1.1 Análisis documental clásico

El análisis documental se realizó utilizando materiales escritos, sin perder de vista el análisis del contexto histórico, lógico y social. Se utilizó toda la información que brindó cada documento. A partir de los presupuestos teóricos y metodológicos precisados, se obtuvieron los documentos que existen sobre el tema, para realizar mediante ellos, un trabajo de valoración crítica, inferencias y argumentaciones que refrende este tipo de análisis, arribando a conclusiones sobre los elementos que debe contener un Modelo para el diseño y construcción de un Sistema de información basado en Ontologías. Entre los documentos fueron consultadas obras impresas, publicaciones seriadas, impresas y digitales, así como diversos artículos de algunos buscadores especializados como: Scirus y Google scholar sobre el tema y publicaciones especializadas.

### III 2.1.2 Método de modelación del Sistema

Es un método que se aplica a las investigaciones que llevan consigo el desarrollo de software y herramientas de análisis de contenido (Urrías, 2009). Se distinguen específicamente por establecer conexiones lógicas sobre todo cuando se desarrollan sistema basados en software. La modelación permite desarrollar operaciones lógicas de abstracción (Docampo, 2011).

En esta tesis es usado el método de modelación por ser un procedimiento para objetivar el sistema de relaciones de los elementos que conforman los sistemas de información basados en Ontologías. Visto, desde un Modelo como instrumento de investigación para la configuración simplificada de una teoría.

### **III 2.1.3 Método de enfoque de sistema**

Utilizado para la concepción sistémica de la herramienta (Sistema) y del Modelo, donde las acciones van de las más simples a las más complejas y facilitan el desarrollo de actividades de forma armónica. Según Urías es una técnica que facilita la concepción sistémica de una herramienta de información o un sistema de conocimientos (Urías, 2009). Sus ventajas esenciales son las siguientes:

- Permite desarrollar estrategias de análisis desde lo más simple a lo más complejo.
- Es un proceso inherente a la construcción de modelos y sistemas de enseñanza.
- Integra la concepción sistémica del pensamiento.
- Permite añadir conocimiento y aprendizaje de forma organizada.
- Es un enfoque eslabonado con teoría cognitivas.

### **III 2.2 Metodología para la concepción del Modelo ontológico de sistema de recuperación de información (MOSRI)**

Según Bunge (1985), por Modelo se entiende aquella forma simplificada de representar la realidad, siendo el objeto real de las teorías científicas, que permite ejemplificar, construir, optimizarla actividad teórico práctica y valorativa del hombre, es un instrumento para predecir acontecimientos que aún no han sido observados.

Por su parte De Armas et al., (2002 p 12), plantean que un Modelo como aporte o contribución a la teoría, "...implica revelar desde una perspectiva nueva de análisis, una manifestación hasta entonces desconocida que permite una comprensión más plena del objeto de estudio para resolver el problema y representarlo de alguna manera."

Valle Lima, (2007 p 10) considera que un modelo es "... la representación de aquellas características esenciales del objeto que se investiga, que cumple una función heurística, ya que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades de ese objeto de estudio con vistas a la transformación de la realidad" (Valle Lima, 2007).

Sayão (2001); Hernández (2007); Senso, Leiva-Mederos y Domínguez-Velasco (2011) consideran que los Modelos son esencialmente recursos metodológicos destinados a la adquisición de nuevos conocimientos; son creaciones culturales escogidas para representar la realidad, o algunos de sus aspectos, con el objetivo de tornarlos descriptibles cuantitativa y cualitativamente; son posibilidades de presentar analogías por medio de ciertos formalismos, no sólo matemáticos, sino fenomenológicos o conceptuales; forman parte de una dimensión heurística, pues ayudan a develar problemas y a su resolución; y aunque son una estructuración simplificada de la realidad, permiten presentar también las relaciones generalizadas y por tanto, las implicaciones que pueden conducir a

nuevas hipótesis y especulaciones (Hernández Quintana, 2007; Sayão, 2001; Jose A Senso, Leiva-Mederos, & Domínguez-Velasco, 2011).

La metodología que se siguió para la obtención del Modelo estuvo centrada en una secuencia de pasos lógicos que se mencionan a continuación:

1. Marco epistemológico: Se refiere a la fundamentación y justificación de la necesidad de obtener un Modelo, lo cual viene dado a partir de la situación problemática identificada previamente.
2. Contexto social en el que se inserta el Modelo: ¿Con qué objetos de la realidad interactúa? Para fundamentar y guiar el Modelo para diseñar y construir un Sistema de recuperación de información basado en Ontologías para el dominio de Gestión de Proyectos, como apoyo a la toma de decisiones se hizo necesario contextualizarlo y relacionarlo de forma sistémica con algunos de los principios que rigen las diferentes áreas que lo componen. El Modelo que se propone es para la construcción de un Sistema de información basado en Ontología, por tanto, el Modelo en sus partes interactúa con dos objetos de la realidad: las Ontologías y los Sistemas de Información basados en Ontologías. Para la validación del Modelo se determinó insertar el Sistema resultante en el contexto de un Sistema de Gestión de Proyectos. De esta manera, podrán acceder e interactuar socialmente toda la comunidad a la cual está dirigida este Sistema, a partir del uso del Sistema de información basado en Ontologías como resultado del Modelo que se propone.
3. Representación gráfica: Resultado de pasos lógicos para obtener una Ontología y un Sistema de Información basado en Ontología.
4. Formas de instrumentación: En esta etapa el autor describe en qué consisten cada uno de los pasos definidos en la estructura del Modelo y explica cómo obtener cada uno de ellos a partir de métodos y técnicas.

### **III 2.3 Métodos aplicados al estudio de los participantes**

Los participantes son las personas que han tenido una participación activa en el proceso para la obtención de la Ontología y del SIBO. Están constituidos por los miembros y colaboradores que se han listado en el epígrafe 1.2, donde se relacionan los materiales de los recursos humanos, empleados en la investigación. Han sido los proveedores para obtener información sobre el dominio (para el diseño de la Ontología), así como los procesos de depuración hasta obtener la Ontología final. Tal es el caso para el SIBO, como este sistema está basado en la Ontología muchos de los resultados obtenidos para la Ontología se relacionan con el Sistema. Estos participantes también han efectuado las evaluaciones del MOSRI, de la Ontología y del SIBO respectivamente.

El estudio de los participantes se ha obtenido a partir de la aplicación de entrevistas, encuestas y talleres participativos en diferentes momentos de la investigación, a continuación son explicados cada uno de ellos.

### **III 2.3.1 Técnica de Cuestionarios**

El cuestionario es un instrumento que consiste en un conjunto de preguntas en torno a una o más variables que se desean medir según afirma (Baptista, Fernández, & Hernández, 2006). Su capacidad para aplicación es efectiva para los estudios de grandes grupos de personas. El cuestionario está compuesto de preguntas abiertas y cerradas, que sirven para establecer opiniones y para obtener valores específicos de cada variable. En esta investigación se ha seleccionado el cuestionario específicamente por su capacidad instrumental en la obtención de datos para poblaciones con un tamaño considerable según Harter y Busha (1990). El cuestionario como método de investigación puede ser aplicado a diferentes estudios como:

- Estudios de raiting.
- Estudios de mercado.
- Análisis de opiniones de Servicios de Información.
- Estudio de comunidades.

Una de las características esenciales del cuestionario reside en su capacidad para articular determinadas preguntas con nivel de codificación específico. En Harter y Busha (1990) se evidencia que los cuestionarios deben estar confeccionados con escalas de valoración, indicadores de análisis y variables, además de la demanda de cooperación para los usuarios. Estas características se han visto refrendadas por los trabajos de Baptista quiénes comparten el mismo criterio que los autores que se han mencionado en este acápite (Baptista et al., 2006).

De manera general, cada encuesta aplicada obedece a diferentes necesidades, por tanto, se utilizan diferentes tipos de preguntas, abiertas y cerradas.

Las preguntas cerradas son fáciles de codificar y preparar para su análisis. Requieren un menor esfuerzo por parte de los encuestados, los cuales no tienen que escribir o verbalizar conceptos, sino simplemente seleccionar la alternativa que describa mejor su respuesta. Responder una encuesta con este tipo de preguntas toma menos tiempo que responder preguntas abiertas. La principal desventaja de las preguntas cerradas es que limitan las respuestas de los encuestados, y en ocasiones ningunas de las opciones describen con exactitud lo que las personas tienen en mente, o sea no siempre se captura lo que pasa por la cabeza de los sujetos.

Las preguntas abiertas son particularmente útiles cuando no se tiene información sobre las posibles respuestas de las personas o cuando esta información no es suficiente. También sirven en situaciones donde se desea profundizar en algún tema. Su mayor desventaja es que son más difíciles de codificar, clasificar y preparar para su análisis. Además, algunas de las personas pueden tener dificultades para expresarse oralmente y por escrito, lo que puede traer como consecuencia que no puedan responder con precisión lo que realmente desean o generar confusión en sus respuestas. También responder preguntas abiertas requiere de un mayor esfuerzo y tiempo.

En las preguntas cerradas las respuestas van acompañadas de su valor numérico correspondiente, o sea, han sido precodificadas. En las preguntas abiertas no se puede dar una precodificación, la codificación se realizará posteriormente, una vez que se tengan las respuestas.

En esta investigación han sido aplicados de la siguiente manera:

1. Cuestionario aplicado a los participantes para conocer su grado de participación y conocimiento en la temática de Gestión de Proyectos, anexo 2 cuestionario 1. Se aplicaron preguntas cerradas y abiertas.

2. Cuestionario aplicado a red de centro de la UCI, anexo 6, cuestionario 5.

Se realizó una encuesta a especialistas y profesores, siendo tres personas en cada uno de los centros productivos para un total de 42 usuarios. La selección de los roles fue de forma aleatoria, teniendo en cuenta los roles: Director de Centro, Jefe de proyecto, Planificador, Jefe de Departamento, Programador y Jefe de Equipo. Para la selección del mismo se tuvo en cuenta que los encuestados utilizaran el módulo del SIBO en el Sistema Xedro GESPRO 13.05.

Las respuestas que conforman la encuesta están constituida por tres secciones, la primera sobre el Cubrimiento de la información recuperada por área del conocimiento; la segunda por el nivel de satisfacción, subjetividad y calidad de la información; por último la sección sobre tiempo de respuesta del sistema y generación de informe de estado de los proyectos por parte del usuario.

En la dimensión *disponibilidad de la información para la toma de decisiones* se analizó el indicador *tiempo de respuesta del sistema*, el cual se basa en medir el tiempo de visualizar información encuestada al sistema.

Para la dimensión *calidad de la información para la toma de decisiones* se analizó el indicador *calidad de la información*, el cual mide la información existente si es adecuada para los propósitos de la organización (Redman, 2001).

La dimensión *usabilidad de información disponible* contiene dos indicadores analizados, el primero es *tiempo para generar informes de estado del proyecto* y el segundo *nivel de subjetividad*. El primero se

basa en medir el tiempo que tarda el usuario en generar informes de estado de un proyecto especificado (al seleccionar los parámetros en caso de presentarlos) en el sistema. El nivel de subjetividad está dado por la manera de pensar o sentir y no del objeto en sí (DRAE, 2014), por lo que la presencia de indicadores en la información disminuye la subjetividad y aumenta la evidencia.

Para la dimensión *satisfacción del decisor sobre la calidad de la información recuperada*, el indicador analizado es el *nivel de satisfacción del decisor* y se basa en medir la satisfacción por parte del decisor en cuanto a la información recuperada.

Estos profesionales forman parte de 11 entidades entre las que se destacan, la entidad CALISOFT, Dirección General de Producción de la Red de Centros de la UCI, Centro de Desarrollo de Software de Villa Clara, Centro de Soluciones Informática Médica, Centro de Soluciones de Gobierno Electrónico, Centro de Informática Industrial, entre otros centros, dedicados fundamentalmente al desarrollo de proyectos informáticos. También fueron aplicadas preguntas abiertas y cerradas.

3. Cuestionarios para la selección de expertos

Se seleccionan los expertos que serían consultados, para lo cual, se confeccionó un listado inicial de personas que al parecer cumplieran los requisitos. Los expertos que resultaron seleccionados serán los que participarán en la obtención del dominio para el desarrollo de la Ontología (anexo 5, cuestionario 4), en la adecuación de los requerimientos de la Ontología como forma de evaluación (anexo 7, cuestionario 6) y en los procesos de evaluación del MOSRI, la Ontología y el SIBO respectivamente (anexos 8, 9, 10 y cuestionarios 7, 8 y 9).

A los pre-seleccionados se les aplicó un cuestionario de autovaloración (anexo 3, cuestionario 2) para la selección de los expertos, tomando como patrón alguno de los elementos que describe el método Delphi, para determinar el grado de competencia de las personas consideradas expertas en la temática de Gestión de Proyectos. Este cuestionario de autovaloración está constituido por dos preguntas fundamentales, acerca del nivel de conocimiento y el grado de influencia que han tenido las fuentes y criterios acerca del tema que se estudia. En este caso se aplicaron preguntas cerradas. Para ello, se les pide primero que marquen con una cruz, en una escala creciente de 1 a 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tienen sobre el tema de estudio. Por ejemplo, ver Tabla 13a continuación: (Gómez Tornero, 2013).

**Tabla 13 Resultados del grado de conocimiento**

Experto No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1								X		

2			x							
3							X			

A partir de aquí se puede calcular muy fácilmente el coeficiente de conocimiento o información Kc.

- Para el experto N° 1 Kc. = 8 (0,1) = 0,8
- Para el experto N° 2 Kc. = 3 (0,1) = 0,3
- Para el experto N° 3 Kc. = 7 (0,1) = 0,7

Posteriormente cada experto realiza una autoevaluación, según la Tabla 14, de sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema de estudio. Los expertos responden de la manera siguiente:

**Tabla 14 Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus cráteres**

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud	1	2	3
Su experiencia obtenida	1	3	2
Trabajos de autores nacionales	1	2	3
Trabajos de autores extranjeros	1	3	2
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	1	3	2
Su intuición	3	1	2

Para calcular el coeficiente de argumentación o fundamentación de cada experto es necesario utilizar como factores, los que aparecen en la siguiente Tabla 15:

**Tabla 15 Patrón de factores para el cálculo del coeficiente de argumentación**

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por Ud	0,3	0,2	0,1
Su experiencia obtenida	0,5	0,4	0,2
Trabajos de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Trabajos de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición	0,05	0,05	0,05

A partir de la tabla patrón anterior y la autovaloración realizada por los expertos, se debe calcular Ka (coeficiente de argumentación) de la siguiente manera:

- Para Experto Nº 1  $K_a = 0,3 + 0,4 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 0,90$
- Para Experto Nº 2  $K_a = 0,1 + 0,2 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 0,50$
- Para Experto Nº 3  $K_a = 0,1 + 0,4 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 0,70$

Ahora existen condiciones para calcular el coeficiente de competencia K a través de la ecuación (Cañedo *et al.*, 2006):

$$K = 0.5 (K_c. + K_a)$$

Luego en este caso los coeficientes de competencia de los expertos serían: Experto Nº 1  $K = 0,85$

Experto Nº 2  $K = 0,40$

Experto Nº 3  $K = 0,70$

El código de interpretación de tales coeficientes de competencias:

- Si  $0,8 < K < 1,0$  coeficiente de competencia **alto**.
- Si  $0,5 < K < 0,8$  coeficiente de competencia **medio**.
- Si  $K < 0,5$  coeficiente de competencia **bajo**.

### III 2.3.1.1 Variables consideradas en las encuestas

Las variables consideradas en la encuesta que se relaciona en el anexo 2, cuestionario 1, son las siguientes:

- Aspectos personales.
- Grado científico y/o académico.
- Conocimiento de la temática.
- Experiencia en Planificación y seguimiento de proyectos.
- Aplicación de técnicas de dirección.
- Dominio de la disciplina de Gestión de Proyectos.
- Experiencia en el desarrollo y control de proyectos.
- Participación en procesos de planificación estratégica.
- Participación en procesos de negociación.
- Dominio de estándares de calidad.
- Experiencia en los procesos de desarrollo de Sistemas de Gestión de Proyectos.
- Disposición para compartir conocimiento.
- Obstáculos para compartir el conocimiento.
- Importancia de la concepción y aplicabilidad del Modelo.

#### Descripción de las variables

Variable 0- Aspectos personales: En esta variable se definirá el rango de edades con que cuentan los participantes para conocer su experiencia en el tema. El nombre, apellidos y el correo electrónico del

entrevistado para su localización en caso necesario. Estos últimos datos no serán revelados en la investigación para respetar la privacidad del grupo de participantes.

Variable 1- Grado científico y/o académico: Esta variable tendrá en cuenta si el encuestado es máster o doctor, si es que pertenece a alguna institución académica o ha tenido alguna formación de este tipo.

Variable 2- Conocimiento de la temática: Se tiene en cuenta los trabajos publicados en fuentes nacionales e internacionales, si ha recibido premios o reconocimientos por su actividad.

Variable 3- Experiencia en Planificación y seguimiento de proyectos: Esta variable tendrá en cuenta si el encuestado ha estado inmerso en el proceso de planificación y seguimiento de proyectos.

Variable 4- Aplicación de técnicas de dirección: Se tiene en cuenta si ha ocupado algún cargo que esté relacionado con la ejecución de proyectos.

Variable 5- ¿Ha desempeñado algún cargo?: Para conocer si ha desempeñado algún cargo de manera general que se relacione con la gestión de proyectos.

Variable 6- Dominio de la disciplina de Gestión de Proyectos: Se tiene en cuenta su formación, cursos, máster recibido, conferencias impartidas en Gestión de Proyectos tanto en el ámbito nacional como internacional.

Variable 7- Experiencia en el desarrollo y control de proyectos: Esta variable tendrá en cuenta si el encuestado ha llevado a cabo las actividades de desarrollo y control de proyectos, con el objetivo de medir su experiencia.

Variable 8- Participación en procesos de planificación estratégica: Esta variable tendrá en cuenta si el encuestado ha tenido participación en los procesos de planificación estratégica de proyectos.

Variable 9- Participación en procesos de negociación: Se tiene en cuenta si el encuestado a participado en procesos de negociación con el objetivo de medir su experiencia en este sentido.

Variable 10- Dominio de estándares de calidad: Si ha recibido capacitación en cuanto a los estándares de calidad existentes, para medir su experiencia en el área.

Variable 11- Participación en procesos de certificación de calidad: Se tendrá en cuenta si el encuestado ha participado en procesos de certificación de calidad para saber si está certificado.

Variable 12- Experiencia en los procesos de desarrollo de algún Sistema de Gestión de Proyectos: Se tendrá en cuenta si el encuestado ha tenido participación en las diferentes etapas por las que ha transitado el desarrollo del Sistema de Gestión de Proyectos.

Variable 13- Disposición para compartir conocimiento: A partir de esta variable se conoce si están o no dispuestos a compartir los conocimientos adquiridos.

Variable 14- Obstáculos para compartir el conocimiento: A partir de esta variable se conoce si el encuestado cuenta con mecanismos o no para compartir el conocimiento.

Variable 15-Importancia de la concepción y aplicabilidad del Modelo: Los participantes a partir de la exposición del proyecto y de las ventajas de obtener un Modelo para desarrollar un Sistema de recuperación de información basado en Ontologías podrán expresar su opinión referente a la importancia sobre la aplicabilidad del Modelo.

### **III 2.3.1.3 Entrevistas de Grupos Focales**

En este estudio se empleó la entrevista por grupos focales, definido por (Rubio, 2004) como: una técnica que trata de captar la realidad social a partir del debate o la sociedad (macro situación), a través de un grupo de personas (micro situación) reunidas a propósito por el investigador para hablar sobre un tema su flexibilidad de aplicación, y que según (Meneses Placeres, 2010) se basa en una serie de aspectos que el entrevistador tendrá en cuenta a la hora de entrevistar; pero que no está en la obligación de seguirlos en el orden en que fueron planteados, teniendo, además, la posibilidad de readecuarlos en su formulación en correspondencia con las particularidades que adopte la situación comunicativa, pudiéndose aplicar a grupos de personas o colectivos.

- Su objetivo esencial se centra en la recolección de vivencias y experiencias de los entrevistados
- Demandan un clima de confianza en su aplicación, cuestión esencial para que se active el sistema de comunicación y el acto investigativo fluya de acuerdo a los objetivos.
- La concesión de estructura de diálogo es vital en la entrevista, para activar con esta forma elocutiva los recuerdos, vivencias, emociones y también los errores cometidos.
- Es un juego de artes donde la posición del entrevistador siempre tiene que ser estratégica, logrando manipular al entrevistado hacia las áreas o aspectos a los que se centra la investigación.
- Ayuda al entrevistado a construir un discurso coherente y centrado en las demandas del objeto y la praxis de la investigación.
- Está estructurada de forma que el discurso que se emplea, se fácil de decodificar.

- Constituye un proceso de entendimiento tamizado, donde los interlocutores interactúan para lograr una comunicación con consenso (Leiva, 2011).

Las entrevistas pueden ser de dos tipos para (Horacio Saldaño, n.d.):

Estructuradas: son aquellas en que el entrevistador ha preparado un cuestionario muy detallado para obtener la información. Normalmente se da cuando el investigador conoce mucho del tema y se encuentra en una fase de la investigación donde necesita detalles puntuales.

No estructuradas: son utilizadas para obtener información acerca de una historia de vida, de hechos o sucesos donde el protagonista es el entrevistado. Aunque el cuestionario no tenga preguntas definidas es importante tener guías de preguntas o ítems previamente establecidos, para que durante la conversación, tratar de tocarlos para obtener información.

Las entrevistas se desarrollaron en forma de taller participativo al que siguió una entrevista no estructurada. En el taller se aplicó la técnica de entrevista a grupos focales. Esta técnica permite a través de discusiones y opiniones conocer cómo piensan los participantes (miembros y colaboradores) respecto a una temática determinada. El objetivo de este taller fue para dar a conocer el proyecto y lograr que los participantes se sintieran comprometidos con el proceso. Por tanto, propició un espacio de intercambio entre todos los participantes. El taller estuvo acompañado de una entrevista no estructurada para recopilar las necesidades de información de los participantes, a través de sus opiniones sobre como consideraban debía ser el Sistema que sería desarrollado y ante qué interrogantes debía responder, entre otros elementos que consideraran importantes, anexo 1.

### **III 2.4 Metodología para el diseño y construcción de la Ontología**

Durante la última década, las Ontologías han ocupado un lugar importante en la Ingeniería del Conocimiento, ya que éstas pueden ser utilizadas para organizar el conocimiento en dominios específicos. La Ingeniería Ontológica se refiere al conjunto de actividades concernientes al proceso de desarrollo de las Ontologías, su ciclo de vida, métodos y metodologías para construirlas, y las herramientas y lenguajes que la soportan. Por tanto, para diseñar y construir las Ontologías es necesario seguir alguna metodología de desarrollo, como si se tratara de cualquier producto de software.

Debido a que el Modelo que se presenta en la investigación es un Modelo Ontológico a través del cual se pueda diseñar un Sistema de recuperación de Información en Gestión de Proyectos como apoyo a la toma de decisiones, la base fundamental del Modelo es la Ontología. Su creación es un

proceso y, como tal, está compuesto de una serie de actividades que se realizan en un determinado orden para un fin específico.

Son muchas las propuestas metodológicas existentes. En el capítulo II se han estudiado varias metodologías para el diseño de Ontologías. En esta investigación se han tenido en cuenta las siguientes: metodología CYC, (Lenat, Guha, 1990 & Corcho, Fernández-López, et al., 2012), la metodología de Uschold & King (1995), la metodología de Gruninger y Fox (1995), la metodología Kactus Schreiber y Wielinga, (1995), la metodología Methontology, (Gómez-Pérez & Fernández-López, 1996; Juristo, 1997; Fernández-López, 1999; Gómez-Pérez, 1998 & Corcho, Fernández-López, et al., 2012), la Ontología de Sensus (Swartout, et al., 1997 y Corcho, Fernández-López, et al., 2012), la metodología On-toknowledge Staab, et al., (2001), la metodología Terminae, (Corcho, et al., 2003), la metodología para aplicar el Modelo Moar (Pérez-Soltero et al., 2005), "Ontology Development 101", Guzmán, et al., (2012), la metodología Ding y Foo (2011).

De todas las metodologías mencionadas anteriormente para el diseño de Ontologías la más completa resultó ser Methontology. Permite la construcción de Ontologías a nivel de conocimiento e incluye la identificación del proceso de desarrollo, un ciclo de vida basado en la evolución de prototipos y técnicas particulares para realizar cada actividad. Tiene sus raíces en las actividades identificadas por la IEEE para el proceso de desarrollo de software y ha sido propuesta para la construcción de Ontologías por la Fundación para Agentes Físicos Inteligentes (FIPA) (Corcho et al., 2006; Corcho. et al., 2003; Ramos et al., 2011).

No obstante, el autor no tuvo en cuenta íntegramente los pasos expresados por esta metodología, sino que tomó los elementos más representativos y esenciales de esta y que se repetían en el compendio de las metodologías estudiadas, de diferentes maneras, pero con un mismo resultado. Como consecuencia, se llegó a una metodología ecléctica propia, que se detalla en los siguientes pasos:

#### **III 2.4.1 Preparación del escenario y detección de necesidades**

La primera etapa es la preparación del escenario para organizar el proceso, dar a conocer el proyecto de investigación y determinar las necesidades de información de los usuarios. Esto permitirá obtener los requerimientos necesarios para el diseño y construcción de la Ontología y del Sistema de recuperación de información basado en Ontologías.

Primeramente se realiza un taller participativo (anexo 1). Se presenta el proyecto para determinar la factibilidad de aplicación del Modelo. Se ofrece una breve descripción de los principales objetivos, resultados esperados y alcance del problema a resolver con la obtención del Sistema de recuperación

de información basado en Ontologías a partir del Modelo. A lo largo de este taller, se aplica un cuestionario a todos los participantes (cuestionario 1, anexo 2), un ejemplo se puede ver en la Tabla 16, con el objetivo de conocer, entre otros elementos, el grado de aportación, experiencia y conocimiento de la temática de Gestión de Proyectos de los participantes. Una vez respondidas las preguntas del cuestionario se continúa con el taller participativo.

**Tabla 16 Cuestionario aplicado a los participantes**

<b>Interrogantes</b>	<b>Respuestas</b>	
<b>Grado científico y/o académico</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Conocimiento de la temática</b>	Trabajos publicados nacionales	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	Trabajos publicado internacionales	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	Premios de reconocimiento internacional	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>Experiencia en planificación y seguimiento de proyectos</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Aplicación de técnicas de dirección</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>¿Ha desempeñado algún cargo?</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	¿Cuál? _____	
<b>Dominio de la disciplina</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Experiencia en el desarrollo y control de proyectos</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Participación en procesos de Planificación</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Participación en procesos de Negociación</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Dominio de los estándares de Calidad</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Participación en procesos de certificación de calidad</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Experiencia en los procesos de desarrollo de software de Sistemas de Gestión de Proyectos</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Disposición para compartir el conocimiento</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>¿Se siente comprometido con el proceso a desarrollar?</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
<b>Considera importante la concepción y aplicabilidad del Modelo</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No

Las actividades en las que intervienen los participantes tienen la finalidad de recoger sus criterios y consideraciones sobre el sistema, su nivel de compromiso para lograr el diseño y construcción del Sistema basado en Ontologías y la importancia que requiere la revisión de toda la información existente que pueda resultar útil para comprender el dominio de Gestión de Proyectos.

Las opiniones de los participantes resultantes de esta actividad fueron tenidas en cuenta para identificar sus necesidades fundamentales en la construcción del Sistema basado en Ontologías.

### **III 2.4.2 Identificación de las fuentes de información para la comprensión del dominio**

En este paso se identifican las fuentes de información existentes que contengan información relevante para la comprensión del dominio de Gestión de Proyectos, ya sean personas, fuentes documentales, sistemas, bases de datos etc. En esta etapa, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- a) por medio del método de análisis de expertos, ya explicado en el epígrafe 2.3.1.1, se aplica el cuestionario 2, anexo 3, para conocer el nivel de experticia con que cuentan los participantes.
- b) se realiza una entrevista estructurada con una guía de posibles preguntas al grupo de expertos identificados previamente, utilizando el cuestionario 3, pregunta 2, 3, 4 y 5, anexo 4, para conocer la respuesta a las siguientes cuestiones: ¿qué fuentes de información consideraban relevantes dentro del campo?, ¿con cuáles contaban actualmente como apoyo a la toma de decisiones en Gestión de Proyectos?, ¿fueron suficientes las fuentes de información sugeridas? Y, por último, si reconocían al PMBok como una guía eficiente de buenas prácticas para realizar Gestión de Proyectos?
- c) Después de la consulta a los expertos sobre la idoneidad de las fuentes de información, se realiza una selección de documentos especializados sobre la temática Gestión de Proyectos, para extraer los elementos que aportan información temática para describir el dominio.

### **III 2.4.3 Extracción del conocimiento de los participantes**

El análisis del dominio de la Ontología es uno de los puntos más complejos en el proceso de su construcción. El buen cumplimiento de esta etapa depende en gran medida del entendimiento, percepción que tenga cada individuo de representarse una realidad concreta y de los juicios personales del que esté desarrollando la actividad. Esto requiere la repetición del proceso cuantas veces sea considerado necesario, hasta obtener un resultado suficientemente depurado para realizar el proceso de conceptualización en la Ontología, a partir del dominio identificado.

Con el objetivo de completar el conocimiento del dominio, en parte obtenido de análisis de contenido de las fuentes documentales, se han aplicado diversas técnicas a los participantes con la finalidad obtener su conocimiento tácito sobre la Gestión de Proyectos y ser incorporado al

conocimiento del dominio. En este caso se realizaron actividades interactivas con el grupo de expertos seleccionados anteriormente en el epígrafe 2.4.2 (inciso b). Para ello se utiliza el cuestionario 3, anexo 4, mencionado en el epígrafe 2.4.2 pregunta 1, donde se les pregunta a los expertos ¿qué conceptos consideran más relevantes para representar el dominio de Gestión de Proyectos?

Del resultado obtenido de esta entrevista, más otros conceptos procedentes del contenido extraído de las fuentes documentales, antes comentado, se realiza una encuesta (cuestionario 4, pregunta 1 anexo 5, Sección I) donde se listan todos los conceptos identificados y se les pide a los expertos que marquen con una x los conceptos que consideren más relevantes para refinar aún más el resultado obtenido. En la pregunta 2 de la sección de esta misma encuesta, se muestran estos conceptos, pero esta vez para que los expertos identifiquen clases y atributos dentro de ese grupo de conceptos. En la sección III de la pregunta 3 de la misma encuesta, se les presenta un listado de preguntas, previamente seleccionadas a partir del resultado obtenido en el taller participativo. En este caso se les pide que marquen con una x las que consideren relevantes y a las cuales debe responder el sistema, ejemplo de esas preguntas pueden ser las que se presentan a continuación:

1. \_\_\_ ¿Cuáles son los miembros del proyecto X?
2. \_\_\_ ¿Cuáles personas están dentro del rol analista?
3. \_\_\_ ¿Cuáles personas poseen competencias de arquitecto?
4. \_\_\_ ¿Cuáles son los riesgos del proyecto X?
5. \_\_\_ ¿Cuáles fueron las No conformidades identificadas en dichos proyectos?
6. \_\_\_ ¿Quién tiene asignada la tarea Z del proyecto X?
7. \_\_\_ ¿Cuál es el alcance de dicho proyecto?

También se le da la opción de mencionar otras preguntas que no estén contenidas en el listado.

### **III 2.4.4 Conceptualización**

Una vez que se ha delimitado el dominio de la Ontología y se han obtenido los conceptos relevantes para su representación, se entra en la fase de conceptualización donde se categorizarán todos y cada uno de los términos definidos como áreas o conceptos representativos del dominio. En la etapa de la conceptualización ya deben quedar definidas las clases o conceptos que se tendrán en cuenta para el diseño de la Ontología. Esta fase es conocida como etapa de definición terminológica del dominio.

En esta etapa se realizaron un conjunto de acciones:

- a) Capturar los conceptos identificados como relevantes por los expertos.

Ding y Foo (2014) consideran que para definir las estructuras conceptuales de una Ontología deben utilizarse métodos automatizados para la extracción de conceptos y relaciones, basándose en algoritmos. Siguiendo los criterios de estos autores para llevar a cabo esta tarea, se aplicó una técnica automatizada extraída del procedimiento descrito por Vega-Ramírez, Grangel-González et al., (2013). El objetivo central de esta técnica fue obtener un Modelo Ontológico a través del cual se determinarían conceptos, relaciones jerárquicas, roles y atributos de la información contenida en una base de datos (BD) con un esquema relacional, que luego serán usados en las etapas posteriores. En este caso, la base de datos utilizada fue refrendada por los expertos previamente.

El procedimiento seguido para interrogar la base de datos elegida para representar el dominio fue el siguiente: a través de un algoritmo de migración se extraen los elementos del esquema relacional de la BD, los cuales son obtenidos al consultar las tablas. Estos elementos contienen la información de la composición del esquema del modelo, dígame: tablas, llaves primarias y foráneas, atributos y tuplas.

A lo largo de este proceso, se van obteniendo los siguientes elementos:

1. Jerarquía de clases. Una vez extraídos los elementos del esquema relacional de la BD se realiza un análisis para comprobar si existe repetición secuencial de algún atributo llave con la siguiente estructura:(nombre de la tabla)-(atributo llave). Si existe esta repetición se está en presencia de una superclase y sus subclases.

Para identificar si se está en presencia de una superclase y sus subclases se realiza el siguiente análisis: Sea A una entidad cualquiera en el modelo relacional, con un atributo tipo llave  $A_{pk}$ . Si para dos entidades adicionales B y C, se tienen atributos llaves expresados de la forma  $A-B_{pk}$  y  $A-C_{pk}$ , entonces B y C son especializaciones de la entidad A y serán expresadas como relaciones del tipo Subclassof. En el caso de no presentar repetición en el campo de los atributos llaves, con la característica antes descrita, se toman las tablas que conforman el esquema de la BD y se crean un conjunto de clases. Estas clases se declaran de tipo sibling o clases independientes.

2. Propiedades de los datos. A través de estas propiedades se describe la información del dominio de conocimiento modelado en la Ontología. El procedimiento propuesto transforma los atributos de las tablas del esquema relacional como propiedades de datos en la forma siguiente:

- Atributos de las tablas de la BD, son las propiedades de datos en la Ontología.
- Tablas de la BD se declaran como el dominio de cada propiedad de datos, pues de estas entidades es que se representa la información.
- Los tipos de datos de cada atributo se utilizan para declarar el rango de las propiedades de datos.

3. Instancias de las clases que se crean a partir de la obtención de todas las tuplas de cada tabla en la BD. Para ello se realiza el siguiente análisis: En una tabla T de un modelo relacional M, las instancias de T representada como clase en una Ontología O, corresponderán al conjunto de tuplas que componen la tabla T en el modelo M. Luego de la declaración de las respectivas instancias de cada clase, se declaran las data propertie assertion, mediante las cuales se representan la información de cada instancia. La estructura de este axioma sería instancia propiedad valor de la tupla. El resultado que se obtiene de la aplicación de esta técnica no es la Ontología final, esta técnica se aplica como un paso más para esclarecer el dominio y conceptualizarlo.

- b) Construir un glosario de términos con los conceptos identificados. Se obtiene como resultado todos los términos relevantes del dominio (conceptos, instancias, atributos, relaciones entre conceptos, etc. y sus descripciones en lenguaje natural.
- c) Elaborar el diccionario de conceptos. En esta etapa son descritos los conceptos, las instancias o individuos, los atributos de las clases, los atributos de las instancias o individuos y relaciones.
- d) Elaborar la taxonomía o jerarquía terminológica. Luego de obtener la relación de conceptos del dominio se realiza una taxonomía que establezca niveles de jerarquía entre los conceptos identificados. En este paso también se tendrá en cuenta el resultado de la jerarquía de clases obtenido por medio de la técnica que se describe en el inciso a).
- e) Establecer las relaciones de cardinalidad entre los conceptos. El objetivo de este diagrama es establecer las relaciones entre los conceptos de una o más taxonomías de conceptos. Para cada relación binaria se debe especificar: nombre, conceptos fuente y destino, cardinalidad y relación inversa (Pérez-Soltero, Barcelo-Valenzuela, Sanchez-Schmitz, & Navarro-Hernández, 2005).
- f) Describir reglas y axiomas y sus condicionantes. En esta etapa se definen las reglas y axiomas definidos en el diccionario de conceptos. Para cada definición de axioma formal se debe especificar: nombre, descripción, expresión lógica que formalmente lo describe, los conceptos, atributos y relaciones binarias a las cuales el axioma hace referencia y las variables utilizadas. Para la especificación de las reglas se sugiere la forma: Si <condiciones> entonces <consecuencias o acciones> (Pérez-Soltero, 2005).

### III 2.4.5 Formalización

La etapa de formalización se realiza para transformar la Ontología del modelo conceptual al modelo formal. Por tanto, en esta etapa se selecciona la herramienta que contendrá o modelará cada uno de los elementos que se tuvieron en cuenta en el diseño de la estructura Ontológica para su construcción.

Al igual que las metodologías también han sido estudiadas un grupo de herramientas para la construcción de Ontologías en el capítulo II de esta investigación, entre ellas: Ontolingua Server Farquhar, Fikes, Rice (1997); OntoSaurus, Swartout, et al., (1997) en LOOM; y OilEd, Bechhofer, et al., (2001) en OIL primero, luego en DAML+OIL, y finalmente en OWL; Protégé(Noy, et al., 2000), Web ODE, (Arpírez, et al., 2003), OntoEdit, (Sure y Erdmann, et, al. 2002; Kaon y Maedche, et al., 2003), entre algunas de ellas.

De las herramientas estudiadas, se ha seleccionado Protégé, con la que el usuario puede construir Ontologías de dominio, generar usuarios de entrada de datos y efectuar la propia entrada de datos, por tanto puede considerarse una aplicación amigable de modelado de conocimiento. El modelado está basado en torno a los principios básicos tales como clases, instancias, funciones, relaciones, etc. Es una herramienta que permite acceso a aplicaciones externas basadas en conocimiento. Además, es una biblioteca a la que otras aplicaciones pueden acceder, permitiéndoles acceder a las bases de conocimiento de las cuales se dispone.

Usando las vistas de la interface de usuario de Protégé, los diseñadores de Ontologías básicamente crean clases y les asignan propiedades. Usando la función resulting ontologies, Protégé es capaz de generar automáticamente interfaces de usuario que soporten la creación de instancias. En cada clase de la Ontología el sistema crea un formulario con componentes de edición para cada propiedad de la clase. Protégé actualmente puede ser usado para cargar, editar y salvar Ontologías en varios formatos como CLIPS, RDF, XML, UML, OWL. Además, contiene dos motores de inferencia a través de los cuales a partir de un lenguaje de consulta se pueden hacer consultas a la Ontología y de esta forma validar el funcionamiento de la misma.

Uno de los mayores inconvenientes a la hora de desarrollar una Ontología es la selección del lenguaje de representación, el cual debe ser el más adecuado para el usuario final de la Ontología. Para ello han sido desarrolladas herramientas como editores de Ontologías en un determinado lenguaje (Farquhar, Fikes, Rice 1997, Maedche, et. al., 2003) como las mencionadas anteriormente.

Al trabajar con la herramienta Protégé el lenguaje a utilizar será OWL (Ontology Web Language), ya que es un lenguaje compatible con la misma, estándar, que además está acorde con el tipo de Ontología según el grado de razonamiento, en este caso, el lógico, donde se refiere a la inclusión de axiomas y OWL es una secuencia de axiomas y hechos.

A partir del Protégé quedan representados los conceptos, relaciones, instancias o individuos, reglas y axiomas identificados previamente en el diseño hasta obtener la Ontología final.

### **III 2.5 Metodología para la obtención del Sistema de información basado en Ontologías**

Coincidiendo con los criterios que plantean Codina y Jiménez (2012) al referirse a que una Ontología por sí sola en principio no tiene sentido si no hay un sistema complementario que permita realizar inferencias sobre la misma a través del cual se puedan facilitar búsquedas en lenguaje natural. Si solamente se tiene una Ontología a efectos de recuperación resuelve más bien poco (siempre en el contexto de los Sistemas de Información). Se consideró para la construcción del Modelo Ontológico añadir una parte que se refiriera a la Interfaz de usuario, la cual servirá como puente entre la Ontología y el destinatario o usuario final.

El usuario final que hará uso de la información, en este caso para la toma de decisiones en Gestión de Proyectos, será un gestor de proyectos, un experto o cualquier otro miembro de la organización para la cual será desarrollado el Sistema. Para ello se propone la implementación de un Sistema de información basado en Ontologías, a través del cual se pueda obtener una interfaz de usuario amigable, que permita hacer consultas a la Ontología en lenguaje natural. Por tanto, este Sistema de información usará la Ontología desarrollada como base.

En esta investigación se ha seguido como metodología para la obtención del Sistema de Información la guía de pasos que se enumeran a continuación:

#### **III 2.5.1 Identificación de las necesidades de información**

Como la base del Sistema está constituida por la Ontología, las necesidades referentes al Sistema de información son las mismas que las expresadas a la Ontología, característica propia de los SIBO (Barchini & Álvarez-Herrera., 2011). Para ello, son tenidos en cuenta los resultados obtenidos del taller participativo que se menciona en el epígrafe 2.4.1.

#### **III 2.5.2 Representación de la arquitectura del sistema con respecto a la Ontología**

La etapa de representación de la arquitectura del sistema tendrá que ver con la descripción del funcionamiento interno de la Ontología en el Sistema.

Atendiendo a los criterios de Barchini et al. (2010), las Ontologías en los SIBO pueden verse de dos formas: desde el punto de vista estructural cuando la Ontología forma parte de cada uno de los componentes estructurales y la Ontología como un componente más del sistema de información que coopera con los otros componentes para lograr los propósitos del sistema. En dependencia del criterio que se siga se diseñará entonces la estructura interna del sistema. En este caso se referirá a la Ontología como un componente más del Sistema.

### III 2.5.3 Selección de la metodología de desarrollo de software

Al igual que se usa una metodología para desarrollar la Ontología también debe ser seleccionada una metodología para desarrollar el Sistema de información. En este caso, al tratarse de un Sistema basado en una Ontología, se selecciona directamente una metodología de desarrollo de software que permita la construcción del Sistema hasta su implementación.

Una metodología de desarrollo de software es un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y un soporte documental para asistir al proceso de desarrollo de software. Actualmente existen diversas metodologías que se pueden elegir y llegar a la creación de un software. Algunas de estas metodologías son muy informales y otras en cambio son bastante formales y detallan pasos como el ciclo de desarrollo de software, la gestión de proyectos, la gestión del personal involucrado en el proyecto, hasta la cantidad de reuniones que deben hacerse durante el proyecto y la frecuencia en que se realizan.

Entre las metodologías formales se encuentran las llamadas tradicionales y ágiles. La diferencia fundamental entre ellas es que, mientras las tradicionales buscan cumplir el objetivo común mediante el orden y la documentación, las ágiles constituyen una solución a la medida para entornos cambiantes, aportando una elevada simplificación que a pesar de ello no renuncia a las prácticas esenciales para asegurar la calidad del producto.

Para la selección de la metodología de software, se hizo un análisis en cuanto a las principales características que presentan algunas metodologías ágiles y tradicionales. Entre ellas se eligió la que más se ajustaba a los requerimientos y al tiempo de desarrollo del trabajo. El equipo de desarrollo del software fue el encargado de elegir la metodología más adecuada para desarrollar el Sistema que fueron las siguientes: como metodología tradicional se escoge a RUP (*Rational Unified Process*) y como metodología ágil a XP (*eXtreme Programming*). Estas son las metodologías más comúnmente utilizadas y recomendadas por los expertos. La metodología llamada Rational Unified Process (RUP) pertenece a la categoría de las tradicionales y permite un acercamiento disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su objetivo es asegurar la producción de software de alta calidad que satisfaga los requerimientos de los usuarios finales (respetando cronograma y presupuesto). Puede ser adaptado y extendido para satisfacer las necesidades de la organización que lo adopte (Cabrera, Solano, & Montalván, 2009). Esta metodología presenta como características que es guiada por casos de uso, está centrada en arquitectura, su desarrollo está basado en componentes, define un conjunto de roles, actividades y artefactos y utiliza procesos integrados, además de utilizar un único lenguaje de modelado (UML).

A pesar de que RUP presenta como desventaja un flujo de trabajo compuesto por modelado del negocio, análisis de requisitos, análisis y diseño, implementación, pruebas, despliegue, gestión de configuración y cambios, gestión de proyectos y ambiente, lo cual hace los procesos demasiado largos con pérdida de tiempo a veces innecesaria, también presenta una serie de ventajas para el desarrollo de proyectos. En cada fase se hacen evaluaciones que permite cambios de objetivos, funciona bien en proyectos de innovación, ya que sigue los pasos intuitivos necesarios a la hora de desarrollar el software. Esta metodología ha demostrado ser efectiva y necesaria en proyectos de gran tamaño, respecto a tiempo y recursos. Sin embargo, este enfoque no resulta ser el más adecuado para entornos donde el sistema es muy cambiante, y en donde se exige reducir los tiempos de desarrollo sin afectar la alta calidad del sistema.

La metodología conocida como Programación Extrema (Extreme Programming, XP) es la más destacada de las pertenecientes a los procesos ágiles de desarrollo de software. Se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad. Está centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo.

XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. Está especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico. Permite realizar con frecuencia pruebas unitarias y de regresión para mantener el software sin errores y actualizado cada vez que se realice un cambio en los requerimientos (Orjuela, 2008).

**Esta metodología se caracteriza por:**

- Ser iterativa e incremental.
- Tener una metodología liviana que pasa por alto la utilización de elaborados casos de uso, la exhaustiva definición de requerimientos y la producción de una extensa documentación, fomenta la reutilización de código y genera muy pocos artefactos, lo que acelera el proceso de terminación del software.
- Tener una tendencia de entrega del producto en lapsos cada vez menores de tiempo y con exigencias de costos reducidos y altos estándares de calidad.

Para proyectos de pequeña envergadura estas características resultan ventajas importantes.

Los objetivos de XP son la satisfacción del cliente y potenciar el trabajo en equipo, todos están involucrados en el desarrollo del software.

Los artefactos esenciales en XP son:

- Historia del Usuario.
- Tareas de Ingeniería.
- Pruebas de Aceptación.
- Pruebas Unitarias y de Integración.
- Plan de Entrega.
- Código.

#### **Fases de XP:**

**Fase I:** Exploración: En esta fase, los clientes plantean a grandes rasgos las historias de usuario que son de interés para la primera entrega del producto. Al mismo tiempo el equipo de desarrollo se familiariza con las herramientas, tecnologías y prácticas que se utilizarán en el proyecto. Se prueba la tecnología y se exploran las posibilidades de la arquitectura del sistema construyendo un prototipo. La fase de exploración toma de pocas semanas a pocos meses, dependiendo del tamaño y familiaridad que tengan los programadores con la tecnología.

**Fase II:** Planificación de la entrega: En esta fase el cliente establece la prioridad de cada historia de usuario y, correspondientemente, los programadores realizan una estimación del esfuerzo necesario de cada una de ellas. Se toman acuerdos sobre el contenido de la primera entrega y se determina un cronograma en conjunto con el cliente. Una entrega debería obtenerse en no más de tres meses. Esta fase dura pocos días.

**Fase III:** Iteraciones: Esta fase incluye varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado. El Plan de Entrega está compuesto por iteraciones de no más de tres semanas. En la primera iteración se puede intentar establecer una arquitectura del sistema que pueda ser utilizada durante el resto del proyecto. Esto se logra escogiendo las historias que fueren la creación de esta arquitectura, sin embargo, esto no siempre es posible ya que es el cliente quien decide qué historias se implementarán en cada iteración (para maximizar el valor de negocio). Al final de la última iteración el sistema estará listo para entrar en producción.

**Fase IV:** Producción: La fase de producción requiere de pruebas adicionales y revisiones de rendimiento antes de que el sistema sea trasladado al entorno del cliente. Al mismo tiempo, se deben tomar decisiones sobre la inclusión de nuevas características a la versión actual, debido a cambios durante esta fase.

**Fase V:** Mantenimiento: Mientras la primera versión se encuentra en producción, el proyecto XP debe mantener el sistema en funcionamiento al mismo tiempo que desarrolla nuevas iteraciones. La fase de mantenimiento puede requerir nuevo personal dentro del equipo y cambios en su estructura.

**Fase VI:** Muerte del proyecto: Es cuando el cliente no tiene más historias para ser incluidas en el sistema. La muerte del proyecto también ocurre cuando el sistema no genera los beneficios esperados por el cliente o cuando no hay presupuesto para mantenerlo.

### III 2.5.4 Selección de las tecnologías para el desarrollo del SIBO

Al igual que la metodología de desarrollo de software, el equipo de desarrollo es el encargado de seleccionar la tecnología más acorde al desarrollo del SIBO, para ello se ha seleccionado la siguiente tecnología:

#### **PostgreSQL** (versión 9.1)

Es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Se ejecuta en los principales sistemas operativos que existen en la actualidad como:

- Linux
- UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64)
- Windows

Es totalmente compatible con ACID, tiene soporte completo para claves foráneas, uniones, vistas, disparadores y procedimientos almacenados (en varios lenguajes). Incluye la mayoría de los tipos de datos del SQL 2008, incluyendo INTEGER, numérico, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL, y TIMESTAMP. Cuenta con interfaces nativas de programación para C / C + +, Java, Net, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, entre otros, y la documentación que actualmente existe es realmente excepcional. Es altamente escalable, tanto en la enorme cantidad de datos que puede manejar y en el número de usuarios concurrentes que puede administrar (Portal Postgre, 2015).

#### **Servidor HTTP Apache** (versión 2.4.12)

El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.12 y la noción de sitio virtual. La licencia Apache es una descendiente de la licencias BSD, no es GPL. Esta permite poder trabajar libremente con el código fuente (Diccionario, 2015).

Presenta las siguientes características:

- Corre en una multitud de Sistemas Operativos, lo que lo hace prácticamente universal.

- Es un servidor altamente configurable de diseño modular. Es muy sencillo ampliar las capacidades del servidor Web Apache. Actualmente existen muchos módulos para Apache que son adaptables.
- Trabaja con gran cantidad de Perl, PHP y otros lenguajes de script.
- Permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor. Es posible configurar Apache para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error en concreto.
- Tiene una alta configurabilidad en la creación y gestión de logs.

### **Visual Paradigm** (versión 8.0)

Visual Paradigm es una herramienta CASE profesional UML (Unified Markup Language), que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El software de modelado UML ayuda a una más rápida construcción de aplicaciones de calidad, mejores y a un menor coste. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. Proporciona abundantes tutoriales de UML, demostraciones interactivas de UML y proyectos UML.

## **III 2.4 Lenguajes de programación utilizados**

### **HTML 5**

Siglas de HiperText Markup Language (Lenguaje de Marcación de Hipertexto) es un lenguaje que se utiliza comúnmente para establecer la estructura y contenido de un sitio web, tanto de texto, objetos e imágenes. Los archivos desarrollados en HTML usan la extensión .htm o .html. El lenguaje de HTML funciona por medio de “etiquetas” que describen la apariencia o función del texto enmarcado. Este lenguaje puede llegar a incluir un script o código que tenga incidencia en el comportamiento del navegador web de elección. La funcionalidad del HTML es tan sencilla que puede ser creado y editado en cualquier editor de textos básicos, como el Bloc de Notas típico del sistema operativo Windows (web, 2015).

### **Hoja de estilo en cascada o CSS** (siglas en inglés de *cascading styles heets*)

CSS es un lenguaje de hojas de estilos creado para controlar el aspecto o presentación de los documentos electrónicos definidos con HTML y XHTML. CSS es la mejor forma de separar los contenidos y su presentación y es imprescindible para crear páginas web complejas.

Separar la definición de los contenidos y la definición de su aspecto presenta numerosas ventajas, ya que obliga a crear documentos HTML/XHTML bien definidos y con significado completo (también llamados "documentos semánticos"). Además, mejora la accesibilidad del documento, reduce la

complejidad de su mantenimiento y permite visualizar el mismo documento en infinidad de dispositivos diferentes (web, 2015).

### **JavaScript (JS)**

JavaScript es un lenguaje de scripting multiplataforma y orientado a objetos. Es un lenguaje pequeño y liviano. Dentro de un ambiente de host, JavaScript puede conectarse a los objetos de su ambiente y proporcionar control programático sobre ellos.

Contiene una librería estándar de objetos, tales como Array, Date, y Math, y un conjunto central de elementos del lenguaje, tales como operadores, estructuras de control, y sentencias. El núcleo de JavaScript puede extenderse para varios propósitos, complementándolo con objetos adicionales, por ejemplo:

- *Client-side JavaScript* extiende el núcleo del lenguaje proporcionando objetos para controlar un navegador y su modelo de objetos (o DOM, por las iniciales de Document Object Model). Por ejemplo, las extensiones del lado del cliente permiten que una aplicación coloque elementos en un formulario HTML y responda a eventos del usuario, tales como clics del ratón, ingreso de datos al formulario y navegación de páginas.
- *Server-side JavaScript* denominado (Live Wire Javascript) extiende el núcleo del lenguaje proporcionando objetos relevantes a la ejecución de JavaScript en un servidor. Por ejemplo, las extensiones del lado del servidor permiten que una aplicación se comuniquen con una base de datos, proporcionar continuidad de la información de una invocación de la aplicación a otra, o efectuar manipulación de archivos en un servidor.

Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas web. Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model (DOM) (MDN, 2015).

### **PHP**

Es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos (PHP, 2015).

El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante. PHP ha evolucionado por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. Puede ser usado en la

mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo (PHP, 2015).

Se considera uno de los lenguajes más flexibles, potentes y de alto rendimiento conocidos hasta el día de hoy. Lo que ha atraído el interés de múltiples sitios con gran demanda de tráfico para optarlo como tecnología de servidor (PHP, 2015) y (Bootstrap, 2015).

### **III 2.5 Frameworks utilizados**

La selección de los frameworks que se utilizan en el desarrollo de la solución se debe a que son los más fáciles de usar y poseen una amplia documentación.

#### **JQuery** (versión 2.1.3)

Es una biblioteca de JavaScript que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML, manipular el árbol DOM, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica AJAX a páginas web. Es software libre y de código abierto, posee un doble licenciamiento bajo la Licencia MIT y la Licencia Pública General de GNU v2, permitiendo su uso en proyectos libres y privados. Al igual que otras bibliotecas, ofrece una serie de funcionalidades basadas en JavaScript que de otra manera requerirían de mucho más código, es decir, con las funciones propias de esta biblioteca se logran grandes resultados en menos tiempo y espacio (Portal JQuery, 2015).

#### **JQuery UI** (versión 1.11.3)

Es una biblioteca de componentes para el framework jQuery que le añaden un conjunto de plug-ins, widgets y efectos visuales para la creación de aplicaciones web (Portal JQuery, 2015).

#### **Twitter Bootstrap** (versión 3.3.2)

Es un framework o conjunto de herramientas de software libre para diseño de sitios y aplicaciones web. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como, extensiones de JavaScript opcionales adicionales. Permite que el diseño sea adaptativo y Responsive en cada dispositivo móvil. Para desarrolladores con poca experiencia en diseño proporciona una forma muy rápida de crear una capa (responsivo) básica de la página en la se puede introducir el código CSS a utilizar. Los diseñadores, obtienen una enorme cantidad de clases CSS para la personalización de las aplicaciones web, sin tener que partir de cero (Bootstrap, 2015).

#### **Técnica utilizada**

**AJAX**, acrónimo de *Asynchronous JavaScript And XML* (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas o RIA (*Rich Internet Applications*). Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene

la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, mejorando la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

Es una técnica válida para múltiples plataformas y utilizable en muchos sistemas operativos y navegadores dados que está basado en estándares abiertos como JavaScript y Document Object Model (DOM) (Diccionario de Informática, 2015).

### **III 2.6 Metodología utilizada en los procesos de evaluación**

#### **III 2.6.1 Técnicas empleadas para la evaluación del Modelo general**

Para evaluar la calidad del Modelo se realizó un cuestionario donde se obtuvo la evaluación del mismo a partir del criterio de los expertos (cuestionario 7, anexo 8), el cual se explica a continuación: se realizó un encuentro con los expertos seleccionados previamente, se presentó el Modelo gráficamente, y fue explicada su estructura a partir de sus partes, sus características y principios tenidos en cuenta para su concepción. Este encuentro tuvo como objetivo medir la calidad del Modelo a través del criterio de los expertos, a partir de la integración de sus componentes, pasos y principios. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores: muy importante, bastante importante, importante, poco importante, no importante, evaluados para obtener un total según valores añadidos por los expertos. También se recogieron otras consideraciones y valoraciones de los expertos con respecto al Modelo.

Otra forma de evaluación del Modelo general fue a partir del desarrollo propio de sus partes (la Ontología y el SIBO), los resultados obtenidos en su aplicación fueron el medidor utilizado para ello.

#### **III 2.6.2 Técnicas aplicadas para evaluar la Ontología resultante**

La mayoría de metodologías empleadas para la creación de las Ontologías también incluyen un apartado dedicado a la evaluación del resultado. Pero, en casi todos los casos, esta evaluación está excesivamente mediatizada por el sistema empleado en la formalización, por ejemplo, methontology (Fernández-López et al., 1997) o directamente, no informa sobre cómo debe llevarse a cabo, pero sí indica la necesidad de ello como sucede con Uschold y King (1995), o es demasiado subjetiva (Grüninger, 1995).

En la actualidad existen diversos mecanismos o métodos que permiten evaluar Ontologías entre ellos se encuentran los de (Staab. et al., 2001). Los trabajos de (Gómez-Pérez, Juristo, Montes, & Pazos, 1998) apuntan hacia la existencia de varias formas de evaluación de recursos ontológicos desde el punto de vista industrial, cognitivo y con el empleo de técnicas matemáticas generalmente conocidas como métricas. Varios proyectos de nivel ontológico han sido objeto de evaluación mediante el

empleo de diversas técnicas y presupuestos teóricos (Tsichritzis & Klug, 1978), encaminados a evaluar esencialmente la expresión, la precisión, los problemas de diseño y las inconsistencias semánticas y el Modelo de (Ramos, Núñez, & Casañas, 2009).

Para evaluar la calidad de la Ontología, se ha tenido en cuenta el análisis de determinados parámetros que sirven para constatar los requerimientos de la Ontología y del Sistema. La técnica de investigación utilizada para la validación de la evaluación de la Ontología ha sido el cuestionario 6 del anexo 7, utilizado para evaluar de forma heurística su capacidad operativa. Este tipo de test se aplica después de elaborar la Ontología. Mediante la observación de los 9 expertos en el tema de Gestión de Proyectos seleccionados previamente, según se indica en el epígrafe 2.4.2 inciso b, a los cuales se les da un pequeño entrenamiento en el uso de Ontologías. En los estudios de Urías (2009) se le llama cuestionario de definición o instrumento de estudio secundario. Este instrumento posee sólo una variable denominada: recuperación de información.

Las preguntas a realizar serán las mismas identificadas en el estudio de necesidades de los usuarios, a las cuales, la Ontología debe responder como se muestra en la Tabla 17 a continuación:

**Tabla 17 Preguntas para medir la recuperación de la información en la Ontología**

Preguntas	Si	A veces	Nunca
1. ¿Los miembros de un proyecto x?			
2. ¿Rol de algún miembro de un proyecto especificado?			
3. ¿Estado de un proyecto especificado?			
4. ¿Materiales de un proyecto específico?			
5. ¿Riesgos de un proyecto especificado?			
6. ¿Artefacto generado por un proyecto especificado?			

El resultado de la aplicación de las preguntas se llevará a escala de puntuación para su calificación en una escala de valores si, a veces, nunca. Cada evaluador hará la búsqueda 3 veces y anotará las veces que recupera la información. Los datos se llevarán a nivel porcentual y se registrarán de forma individual por cada evaluador. Finalmente se tabulará y se presentarán los resultados obtenidos.

La otra técnica que se usó para validar la Ontología fue el modelo propuesto por (Ramos, Núñez, & Casañas, 2009) para validar Ontologías, el cual consta de cuatro fases:

- Fase 1: Uso correcto del Lenguaje: se refiere a que la Ontología esté escrita de manera correcta, sin errores y conforme a las reglas del lenguaje utilizado.

- Fase 2: Exactitud de la estructura taxonómica: que la estructura taxonómica que organiza los conceptos y términos del dominio sea completa, sin redundancias y consistente y que satisfaga los requerimientos para los cuales fue creada.
- Fase 3: Validez del vocabulario: Aquí se chequea que los términos codificados en la Ontología existan y sean significativos en otras fuentes de conocimiento independientes, como por ejemplo, el conocimiento contenido en el corpus del dominio, entendiéndose por corpus, al conjunto más extenso y ordenado posible de datos o textos científicos, literarios, etc., que pueden servir de base a una investigación.

Las actividades realizadas en esta fase fueron las siguientes: se analizó el corpus del dominio identificando los términos significativos a partir de los documentos, entendiéndose como documentos del corpus los términos expresados en las dos taxonomías generadas, la del PMBoK y la de la base de datos de proyectos terminados. Se tuvieron en cuenta como corpus del dominio estas dos taxonomías porque contienen una gran cantidad de términos representativos y correspondientes al dominio de Gestión de Proyectos, a partir del conocimiento aportado por los expertos y otras fuentes de información consultadas. Por otra parte, se evaluó el vocabulario considerando medidas de calidad de resultados usadas en escenarios de recuperación de información tales como la precisión y la exhaustividad.

Calcular la precisión brinda el porcentaje de los términos de la Ontología que aparecen en el corpus con relación a la cantidad total de términos de la Ontología, utilizando la siguiente expresión:

Precisión =  $CO-C / C_{Onto}$  donde  $CO-C$  es la cantidad de términos que se solapan entre la Ontología y el corpus y la  $C_{Onto}$  es la cantidad total de términos de la Ontología. Además que el vocabulario utilizado para representar el conocimiento tenga cobertura suficiente del corpus (conocimiento experto, textos y otras fuentes).

Calcular la Exhaustividad brinda el porcentaje de términos del corpus que aparecen en la Ontología con relación al total de términos en el corpus, utilizando la siguiente expresión:

Exhaustividad =  $CO-C / C_{Corp}$  donde  $C_{Corp}$  representa la cantidad total de términos del corpus.

- Fase 4: Adecuación a requerimientos: que las preguntas de competencia sean respondidas adecuadamente.

La aplicación de esta técnica se recoge en el anexo 9, cuestionario 8. Se les pide a los encuestados que marquen con una x a través de los valores, sí o no, para cada uno de los indicadores mencionados anteriormente. Se toma como muestra la información de una clase de la Ontología y se

evalúa desde la herramienta donde se desarrolló la Ontología, como se muestra en la tabla a continuación:

**Tabla 18 Cuestionario aplicado para evaluar la calidad de la Ontología basado en el Modelo de Ramos (2009)**

Indicadores	Sí	No
1. Uso correcto del Lenguaje		
2. Exactitud de la estructura taxonómica		
3. Validez del vocabulario		
4. Adecuación a requerimientos		

### III 2.6.3 Técnicas aplicadas para evaluar el Sistema de Información basado en Ontologías

La evaluación de un producto o Sistema no concluye hasta tanto los usuarios finales no hayan emitido los criterios sobre éste. En trabajos de diversos expertos se insiste en métodos para evaluar la calidad de los Sistemas de Recuperación de la Información, entre ellos se encuentran: Johnson et al., (2003), así como Marcos y Gómez (2006) y Granollers et al. (2005). Estos últimos enfatizan en el análisis de la interacción del sistema con los usuarios.

En esta investigación, se ha utilizado un método heurístico para medir la usabilidad del Sistema. Se basa en la utilización de reglas empíricas para llegar a una solución. Fue formulado por (Bransford & Stein, 1984) incluye 5 pasos: identificar el problema, definir y presentar el problema, explorar las estrategias viables, avanzar en las estrategias, y lograr la solución y volver para evaluar los efectos de las actividades.

Para acometer esta parte del análisis se han tomado como referencia algunas de las obras más destacadas sobre el diseño centrado en el usuario y en particular los principios heurísticos (Manchón, 2002; Nielsen & Chuang, 2010). Se ha determinado usar un estudio de usabilidad denominado usabilidad de inspección, una forma de evaluación que tiene nexos directos con la evaluación heurística, actividad que consiste en el concurso de un grupo de evaluadores a los que se encarga la valoración de la interfaz del sistema mediante principios heurísticos de usabilidad. Cada evaluador realiza la valoración de forma individual como si fuese el usuario del sistema. La revisión se realiza de manera individual y asumiendo el papel de usuario. Cuando termina el último evaluador se divulgan los resultados ya analizados.

En este caso se aplica el cuestionario 9, anexo 10. Cada evaluador realiza la valoración de forma individual marcando con una x según corresponda, como si fuese el usuario del sistema. Los resultados que se obtengan a partir de la aplicación del cuestionario medirán la navegación, la funcionalidad, el control por parte del usuario, el uso de la lengua, la ayuda en línea y guía del

usuario, la información proporcionada por el sistema, la accesibilidad, la coherencia, la prevención y corrección de errores, y la claridad arquitectónica y visual del sistema. Esta información será mostrada a través de la siguiente Tabla 19:

**Tabla 19 Pruebas de usabilidad al Sistema**

<b>Interrogantes</b>	<b>Sí</b>	<b>A Veces</b>	<b>No</b>
1. ¿El sistema de navegación permite al usuario la Recuperación efectiva de la Información?			
2. ¿Están declaradas en el sistema todas sus funcionalidades?			
3. ¿Puede controlar el sistema con facilidad?			
4. ¿El sistema expresa claramente el contenido?			
5. ¿Permite el sistema agregar nuevas bases del conocimiento?			
6. ¿Existe diferencia entre las interfaces de búsqueda y recuperación en el sistema?			
7. ¿Está accesible el sistema?			
8. ¿El sistema está hecho para la Prevención errores?			
9. ¿Posee el sistema claridad arquitectónica?			

Otra forma de evaluación del SIBO ha sido a partir de pruebas de aceptación. Estas pruebas llamadas pruebas de caja negra son definidas por el cliente para cada historia de usuario. Garantizan que al finalizar las iteraciones se pueda conseguir las funcionalidades requeridas por el cliente final. En efecto, éstas corresponden a una especie de documento de requerimientos en XP (metodología seleccionada), ya que marcan el camino a seguir en cada iteración, indicándole al equipo de desarrollo hacia donde tiene que ir y en qué puntos o funcionalidades debe poner el mayor esfuerzo y atención (Malfará, Cukerman, Cassinelli, & Séttimo, 2006).

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

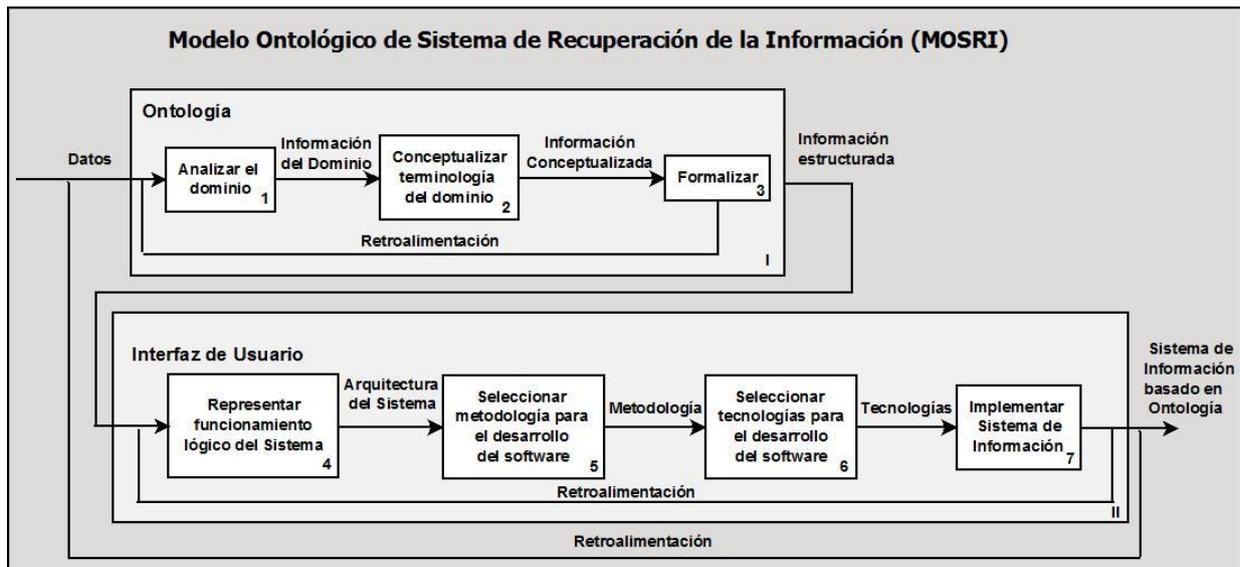
Este capítulo pretende reflejar de manera explícita los resultados de los procedimientos metodológicos descritos en el epígrafe de materiales y métodos. Los cuales, constituyen la base estructural de la propuesta del Modelo, para diseñar y construir un Sistema de recuperación de información basado en Ontologías, como apoyo a la toma de decisiones en Gestión de Proyectos. También se muestra la validación de los resultados obtenidos a partir de la propuesta de una Ontología para el dominio de Gestión de Proyectos aplicada a un Sistema de Gestión de Proyectos. Así como, la implementación de un Sistema de Información basado en Ontologías (SIBO) siguiendo una metodología de desarrollo de Software, como parte del Modelo. Demostrando de esta manera un compendio general de la importancia y validez de la investigación realizada.

### **IV 1 Modelo para el diseño y construcción de un Sistema de recuperación de información basado en Ontologías para la Gestión de Proyectos como apoyo a la toma de decisiones**

A continuación será presentada la propuesta del Modelo Ontológico de Sistema de recuperación de la Información (**MOSRI**) a partir de la metodología descrita en el capítulo de materiales y métodos.

#### **IV 1.1 Representación gráfica del Modelo (MOSRI)**

El Modelo del Sistema de recuperación de la Información basado en Ontologías resultante (ver Figura 16) surgió del análisis de diferentes casos, utilizando un criterio sistémico. Los elementos que se tuvieron en cuenta para ello han sido expuestos en el capítulo III de materiales y métodos. La representación gráfica del Modelo se obtuvo como resultado a partir de la metodología propuesta por el autor, quedando representado de la siguiente manera:



**Figura 16 Modelo Ontológico de Sistema de Recuperación de la Información**

Para la construcción del Modelo se tuvieron en cuenta una serie de principios:

1. El Modelo general presenta un carácter sistémico, se construyó sobre la base del método sistémico-estructural-funcional, el cuál permitió comprender la organización, la planificación y la ejecución del proceso de creación de un Sistema basado en Ontologías. Por tanto, el Modelo representa en sí a un Sistema.
2. También se articuló lo estructural, organizativo y metodológico, en aras de buscar una secuencia lógica y organizada de la planificación del objeto que se investiga.
3. El Modelo general posee un carácter teórico-metodológico, ya que representa la relación interna de sus componentes y subcomponentes, propició la orientación de construir un Sistema de recuperación de información, y ordenar la secuencia lógica de las indicaciones metodológicas para organizar, planificar y construir (Bertalanffy, 1991; Garcia & Sanz-Menéndez, 2005; Heredia, 2012).
4. Posee un carácter flexible siendo una propuesta genérica, válida para cualquier temática relacionada con los Sistemas de recuperación de información basados en Ontologías, lo que garantizó su singularidad, factibilidad y pertinencia.
5. El enfoque holístico del Modelo general está dado en la concepción del mismo como un todo, como un proceso general que emerge a los componentes, pero que a la vez se retroalimenta de ellos. Sin esta consideración el Modelo se hace disfuncional.

La estructura del Modelo general está integrada en dos secciones, que permiten de manera lógica expresar su contenido, ellas son:

- Sección I- Ontología: la cual permite estructurar las bases del conocimiento del cual se va a nutrir el sistema. Contiene los siguientes procesos a seguir:

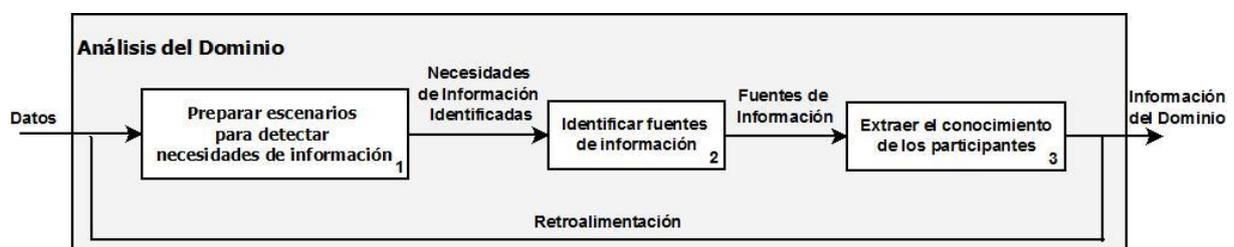
- Proceso análisis del dominio.
- Proceso de conceptualización terminológica del dominio.
- Proceso de formalización.
- Sección II- Interfaz de Usuario: a través de la cual el usuario podrá escribir sus consultas en lenguaje natural y obtener información, como base de conocimiento para la toma de decisiones. Contiene los siguientes procesos a seguir:
  - Proceso de representación del funcionamiento lógico del sistema.
  - Proceso de selección de la metodología.
  - Proceso de selección de la tecnología.
  - Proceso de implementación del Sistema de Información.

## IV 1.2 Estructura y complementos del Modelo

### IV 1.2.1 Sección I. Ontología

#### a) Análisis del dominio.

El proceso análisis del dominio, se refirió a la comprensión del área, disciplina o segmento para el que se va a construir el Sistema, en este caso, la Gestión de Proyectos. Como se indicó en la parte metodológica, se identificaron las necesidades referidas por los participantes, las fuentes de información, la extracción del conocimiento de los expertos, una vez seleccionados, sobre la composición temática del dominio. Se tuvieron en cuenta los preceptos presentados en la guía práctica del PMBok, CMMI u otros estándares que también se consideraron importantes, los datos contenidos en bases de datos de Gestión de Proyectos. Todos ellos constituyeron fuentes de información y red de conocimiento para la obtención del dominio en cuestión. En la Figura 17 se muestran los subprocessos que se realizaron en este proceso:



**Figura 17 Proceso de análisis del dominio**

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del análisis del dominio de la Ontología que se van a ir enumerando en cada una de los siguientes apartados: Preparación del escenario y detección de necesidades, identificación de las fuentes de información, extracción del conocimiento de los participantes, Capturar los conceptos identificados y relaciones entre conceptos, Construcción del

glosario de términos con los conceptos identificados, Elaboración de diccionario de conceptos, Elaboración de la taxonomía, Establecimiento de las relaciones de cardinalidad entre los conceptos, Describir las instancias, Descripción de reglas, axiomas y sus condicionantes, Definición de axiomas.

### **1. Preparación del escenario y detección de necesidades.**

Se realizó un taller participativo, anexo 1 y se obtuvo el 100 % de asistencia de los 23 participantes. En el taller se tuvieron conversaciones con los participantes, los cuales pudieron expresar sus criterios referentes al proyecto. El proyecto fue expuesto a través de una presentación en power point. Fueron descritos los principales objetivos, resultados esperados y alcance del problema a resolver con la obtención del Sistema de recuperación de información basado en Ontologías a partir del Modelo. Del debate realizado en el taller se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los participantes mostraron gran interés con el proyecto presentado comprendiendo la importancia del mismo.
- Mostraron su motivación y compromiso en colaborar en cada uno de los procesos a seguir para la obtención del Sistema de recuperación de información basado en Ontologías y brindar sus conocimientos en todo momento.
- El 40% de los participantes expresó su desconocimiento sobre el tema de las Ontologías, por lo que se consideró necesario realizar una pequeña disertación del tema con los elementos más representativos de las Ontologías para su comprensión.
- Como resultado del debate referente a las Ontologías los participantes reconocieron las ventajas que aportan y la importancia de los resultados que se obtienen con el diseño de un Sistema de información basado en Ontologías como apoyo a la toma de decisiones que realizan para la Gestión de Proyectos.
- A partir de la presentación del Modelo en el taller los participantes reconocieron su importancia y recomendaron que se aplicara también en otras áreas de conocimiento para que otros profesionales pudieran contar con las ventajas que ofrecen este tipo de Sistemas.

Como resultado de la entrevista no estructurada aplicada en el taller para conocer las necesidades de los participantes referentes al Sistema a desarrollar se obtuvo un listado de interrogantes a las que el Sistema debía responder, las cuales se listan a continuación:

- ¿Cuáles son los miembros de un proyecto determinado?
- El rol que representa cada uno de los miembros de un proyecto
- ¿Cuáles personas están dentro del rol de analista de un proyecto determinado?
- ¿Cuál es el estado del proyecto?
- ¿Cuáles son los riesgos actuales del proyecto con alta exposición?

- Costos del proyecto
- ¿Cuáles son los hitos de ejecución y tareas atrasadas en el proyecto?
- Artefactos generados por un proyecto en específico
- Riesgos más comunes en un período de tiempo determinado
- Mostrar los indicadores por tipo para cada proyecto
- ¿Cuánto duró un proyecto específico según el plan de planificación?

Como parte del proceso del análisis del dominio también se aplicó una encuesta (anexo 2) para conocer el grado de aportación, experiencia y conocimiento de la temática de Gestión de Proyectos en los participantes, recogido a partir de la medición de las 15 variables que figuran en el cuestionario de la encuesta del Anexo 2. De las respuestas obtenidas se han extraído las siguientes conclusiones:

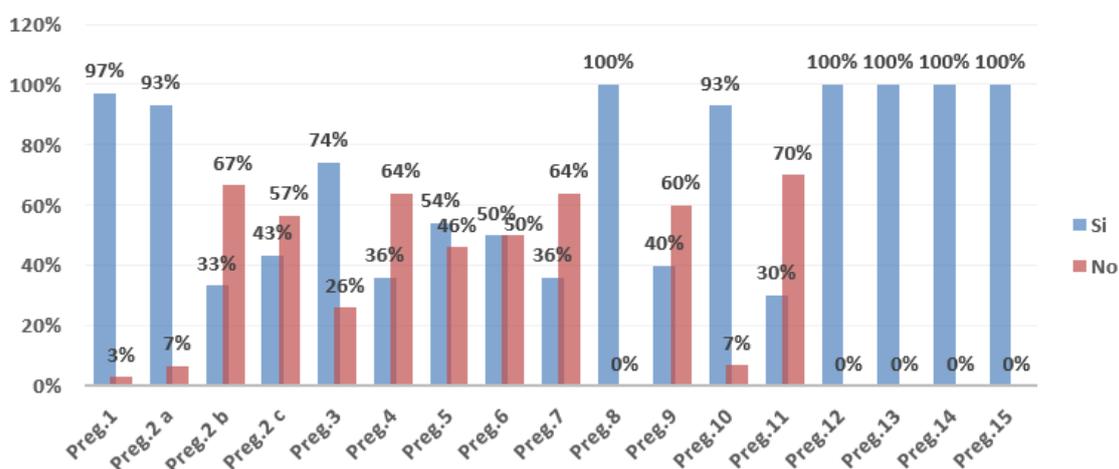
- Variable 0: Aspectos personales.

Arrojó que el 45% de los participantes tiene de 24 a 30 años, que el 35% está entre 31 y 40 años y que el 10% tiene más de 41 años. Ver Figura 18 continuación:



**Figura 18 Rango de edades de los participantes**

En el gráfico que se muestra en la Figura 19 se recogen los resultados de las variables del 1 al 15 (Anexo 2), expresando los por cientos obtenidos en cada una de las preguntas realizadas en la encuesta.



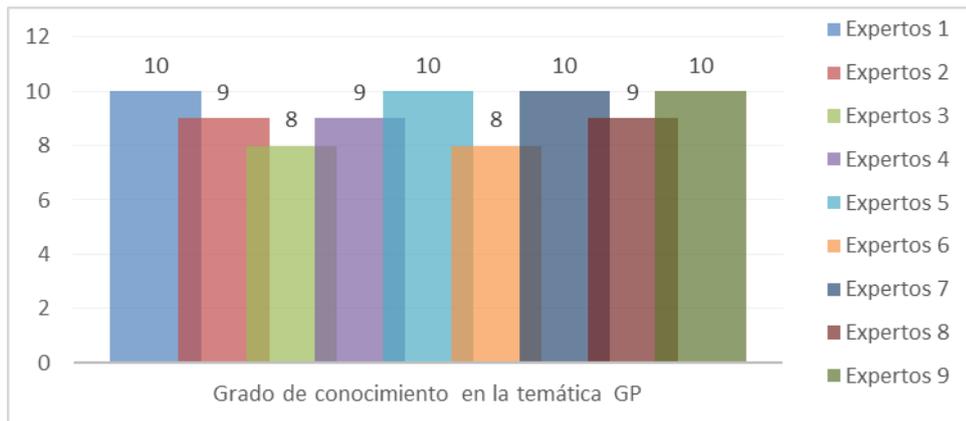
**Figura 19 Resultados de las variables analizadas del 1-15**

- En cuanto al grado científico y académico resultó que el 97% presentaron categorías científicas o académicas, quedando sólo un 3% sin categorías. De ellos el 65 % son doctores en ciencias técnicas y el 32 % son Máster.
- Referente a la pregunta 2 que mide el conocimiento de la temática, se obtuvieron los siguientes resultados: en relación con los trabajos nacionales publicados, un 93% tenían trabajos publicados al menos en el país y el 7% no. En cuanto a los trabajos publicados internacionalmente, el 33% respondió afirmativamente y el 67% no. Referente a los premios obtenidos con reconocimiento internacional el 43% respondió afirmativamente quedando un 57% que no ha obtenido premios a nivel internacional.
- Referente a la pregunta 3 que mide la experiencia en planificación y seguimiento de proyectos, el 74% manifestó que tenía experiencia, quedando un 26% restante que afirmó no tener experiencia en esta área en específico.
- Referente a la pregunta 4 sobre aplicación de técnicas de dirección. El 64% de los encuestados en algún momento ha participado en la aplicación de técnicas de dirección, quedando fuera un 36% que no ha tenido participación en estas técnicas.
- Referente a la pregunta 5 sobre el desempeño de cargos de dirección en Gestión de Proyectos: El 54% ha desempeñado cargos de dirección en Gestión de Proyectos y el 46% no.
- Referente a la pregunta 6 sobre el dominio de la disciplina de Gestión de Proyectos: La encuesta arrojó que un 50% afirma tener dominio pleno de la disciplina de Gestión de Proyectos, mientras el otro 50% no.
- Referente a la pregunta 7 sobre la experiencia en el desarrollo y control de los proyectos, el 36% si ha tenido experiencia y el 64% no.
- Referente a la pregunta 8 sobre la participación en los procesos de planificación, el 100% ha participado en este proceso.

- Referente a la pregunta 9 sobre la participación en los procesos de negociación el 40% si ha participado y el 60% no.
- Referente a la pregunta 10: Dominio de los estándares de calidad, el 93% respondió afirmativamente tener conocimiento de los estándares quedando un 7% que no.
- Referente a la pregunta 11 sobre la participación en procesos de certificación de calidad, arrojó que el 30% si ha formado parte de los procesos de certificación de calidad, mientras el 70% no.
- Referente a la pregunta 12 sobre experiencia en los procesos de desarrollo de software del Sistemas orientados a la Gestión de Proyectos, el 100% ha participado activamente en este proceso.
- Referente a la pregunta 13 sobre la disposición de los participantes para compartir el conocimiento, resultó que el 100% están dispuestos a cooperar y compartir el conocimiento necesario para que el proceso se realice de manera efectiva y con la calidad requerida.
- Referente a la pregunta 14: ¿Se siente comprometido con el proceso a desarrollar?, el 100% de los encuestados se sienten comprometidos con el proceso a desarrollar debido a las ventajas que traerá consigo para ellos mismos.
- Referente a la pregunta 15 sobre si consideraban importante la concepción y aplicabilidad del Modelo una vez presentado el proyecto y sus ventajas, el 100% estuvo totalmente de acuerdo.

## **2. Resultados del proceso de selección de los expertos.**

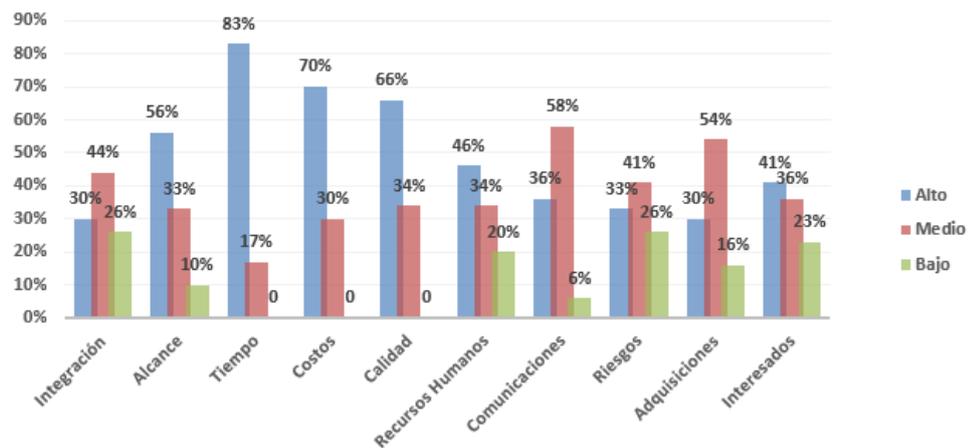
De los 23 participantes se seleccionaron 9 expertos en el área de Gestión de Proyectos para participar en el proyecto y extraer su conocimiento, ya que fueron los que presentaron un coeficiente de competitividad idóneo. Esta decisión se basó en los cálculos realizados sobre el coeficiente de competitividad explicado en el capítulo metodológico. En la Figura 20 se muestra el grado de conocimiento expresado por los candidatos a expertos en la temática de Gestión de Proyectos en una escala del 1 al 10 con nivel de importancia ascendente.



**Figura 20 Grado de conocimiento de los expertos en la temática de GP**

Como se puede observar cada candidato a experto obtuvo un valor según correspondía su coeficiente de conocimiento en la temática. Todos los expertos seleccionados mostraron un grado de conocimiento alto y ninguno estuvo por debajo de 8, siendo 9 el valor más alto. Esto demuestra un alto nivel de experiencia por parte de los expertos seleccionados en la temática de Gestión de Proyectos. El resto de los evaluados alcanzaron valores por debajo de 6, por tanto no fueron seleccionados.

Como parte del proceso de evaluación en la Figura 21 se muestran los por cientos de evaluación expresados por los candidatos a expertos como resultado de la autoevaluación de su conocimiento para cada una de las 10 áreas de conocimiento de Gestión de Proyectos extraídas del PMBoK. Esta evaluación fue dada según valores comprendidos entre los rangos “Alto”, “Medio” y “Bajo”.



**Figura 21 Niveles de experticia de los expertos según áreas de conocimiento de GP**

Como puede observarse, las áreas de: tiempo, costos, calidad, alcance, recursos humanos e interesados fueron las que alcanzaron los valores más altos. Resultando más del 50% de las áreas de conocimiento con valores altos, lo cual demuestra un alto valor del conocimiento en el tema por parte de los expertos.

### **3. Identificación de las fuentes de Información.**

Las fuentes de información identificadas se sometieron a la evaluación de los expertos, de ellos se obtuvieron los siguientes resultados:

- Con respecto a la pregunta 2 del cuestionario 3, anexo 4: ¿qué fuentes de información consideraban relevantes dentro del campo? los expertos respondieron: El PMBok, las normas ISO relacionadas con la Gestión de Proyectos, los procesos de CMMI, las diferentes escuelas en Gestión de Proyectos (mencionadas en el capítulo II).
- Con respecto a la pregunta 3: ¿con cuáles fuentes de información contaban actualmente como apoyo a la toma de decisiones en Gestión de Proyectos? respondieron: El PMBok, el Sistema Xedro Gespro, el almacén de datos de la base de datos de proyectos terminados y el Sistema de Reportes.
- Con respecto a la preguntas 4: ¿si consideraban suficiente esas fuentes de información? el 70% respondió negativamente y el 30% positivamente.
- Con respecto a la preguntas 5: si reconocían al PMBok como una guía eficiente de buenas prácticas para realizar Gestión de Proyectos, el 100% respondió afirmativamente.

La selección realizada por los expertos para la idoneidad de las fuentes de información preseleccionadas para la extracción de elementos que describan el dominio recayó en las siguientes: El PMBoK, la base de datos de proyectos terminados, el Sistema de Reportes y el Sistema Xedro Gespro.

### **4. Extracción del conocimiento de los expertos.**

Con respecto a la pregunta 1 del cuestionario 3, anexo 4: ¿qué conceptos consideraban más relevantes para representar el dominio de Gestión de Proyectos?

El 100 % de los expertos entrevistados coinciden en reconocer las 10 áreas de conocimiento en Gestión de Proyectos que expresa el PMBoK (en su 5ta edición del 2013) ellas son: Gestión de Integración, Gestión de Alcance, Gestión de Tiempo, Gestión de Costos, Gestión de la Calidad, Gestión de Recursos Humanos, Gestión de las Comunicaciones, Gestión de las Comunicaciones, Gestión de Riesgos, Gestión de Adquisiciones, Gestión de los Interesados.

Otros conceptos identificados como representativos del dominio seleccionados por los expertos, resultado de la encuesta cuestionario 4, pregunta 1 anexo 5, Sección I, se mencionan a continuación: Logística, Competencia, Alcance, Riesgo, Calidad, Recursos Humanos, Incidencia, Recursos Materiales, Tiempo, Clientes, No Conformidades, Tablero de Control, Costos, Reportes, Indicadores, Equipo, Estado de Tarea.

Como resultados de la pregunta 2, sección II sobre la selección de las clases (c), subclases (s) y atributos (a) dentro del grupo de conceptos se presentan los resultados obtenidos en la Tabla 20 a continuación. Fueron elegidas 2 clases, 16 subclases y 38 atributos.

**Tabla 20 Selección de clases, subclases y atributos**

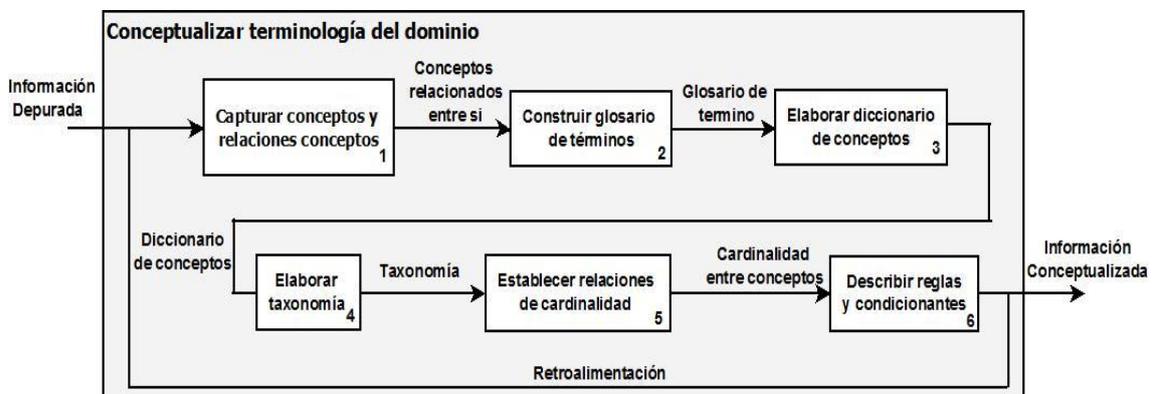
<u>S</u> Logística	<u>S</u> Tiempo	<u>S</u> Calendario
<u>C</u> Recursos	<u>S</u> Tablero de Control	<u>A</u> Rol-desempeña
<u>S</u> Recursos Humanos	<u>S</u> Reporte	<u>A</u> Cargo
<u>S</u> Recursos Materiales	<u>S</u> Indicadores	<u>A</u> Disciplina adquiere
<u>A</u> Clientes	<u>A</u> Años de experiencia	<u>A</u> Provincia
<u>A</u> Roles	<u>A</u> CI	<u>A</u> Proyecto al pertenece
<u>S</u> Stakeholders	<u>A</u> Municipio	<u>A</u> Causa-Riesgo
<u>S</u> Equipo	<u>A</u> Nombre	<u>A</u> Impacto-Riesgo
<u>A</u> Competencia	<u>A</u> Cantidad de Miembros	<u>A</u> Costo Recursos Materiales
<u>S</u> Riesgo	<u>S</u> Consecuencia-Riesgo	<u>A</u> Salario
<u>A</u> Incidencia	<u>A</u> Costo-Proyecto	<u>A</u> Complejidad Tarea
<u>A</u> Causas	<u>A</u> Costo Recursos Humanos	<u>A</u> Evaluación-Tarea
<u>A</u> No Conformidades	<u>A</u> Tipo de Prueba	<u>A</u> Nombre Proyecto
<u>A</u> Costos	<u>A</u> Estado-Tarea	<u>A</u> Analista
<u>S</u> Tarea	<u>A</u> Prioridad-Tarea	<u>A</u> Diseñador
<u>A</u> Estado de Tarea	<u>A</u> Tipo de Proyecto	<u>A</u> Jefe de Proyecto
<u>S</u> Alcance	<u>A</u> Programador	<u>A</u> Planificación
<u>S</u> Calidad	<u>A</u> Arquitecto	<u>C</u> Cuadro de Mando Integral
<u>S</u> Prueba	<u>A</u> Tipo de cliente	

- Resultados de la pregunta 3, sección III sobre el listado de preguntas a las cuales debe responder el sistema:
  1. \_\_\_ ¿Cuáles son los miembros del proyecto X?
  2. \_\_\_ ¿Cuáles personas están dentro del rol analista?
  3. \_\_\_ ¿Cuáles personas poseen competencias de arquitecto?

4. \_\_\_ ¿Cuáles son los riesgos del proyecto X?
5. \_\_\_ ¿Cuáles fueron las No conformidades identificadas en dichos proyectos?
6. \_\_\_ ¿Quién tiene asignada la tarea Z del proyecto X?
7. \_\_\_ ¿Cuál es el alcance de dicho proyecto?
8. \_\_\_ ¿Cuál es el estado del proyecto?
9. \_\_\_ Riesgos actuales del proyecto con alta exposición
10. \_\_\_ ¿Cuáles son los costos actuales del proyecto?
11. \_\_\_ ¿Cuáles son los hitos de ejecución y tareas atrasadas del proyecto?

**b) Conceptualización o definición terminológica del dominio.**

La conceptualización se encargó de organizar y convertir una percepción informal del dominio en una especificación semi-formal, a través de un conjunto de representaciones intermedias (tablas, diagramas, gráficas) que pueden ser fácilmente comprendidas por los expertos de dominio y los desarrolladores de Ontologías. El resultado de este subproceso es el modelo conceptual de la Ontología que se presenta en esta investigación, constituyendo su base terminológica. Con el objetivo de apoyar el proceso se desarrollaron un conjunto de subprocesos, los cuales se muestran en la Figura 22.



**Figura 22 Proceso de conceptualización terminológica del dominio**

Los resultados obtenidos en cada uno de los subprocesos indicados en la Figura 24 se detallan a seguidamente.

**1. Captura de los conceptos identificados y relaciones entre conceptos.**

La actividad estuvo dirigida hacia la organización de los conceptos identificados por los expertos como dominio representativo de la Gestión de Proyectos, cuyos resultados se mostraron en el epígrafe de esta sección más arriba “Extracción de conocimiento de los expertos”. Para apoyar esta actividad también fue aplicado un procedimiento automatizado para determinar conceptos, relaciones jerárquicas, roles y atributos de la información contenida en una BD con un esquema

relacional. La información obtenida a partir del procedimiento realizado también fue usada en las actividades desarrolladas en los subprocesos posteriores. Las actividades que se relacionan a continuación muestran todos los conceptos identificados a partir de las técnicas aplicadas.

## 2. Construcción del glosario de términos con los conceptos identificados

La actividad tuvo como objetivo construir un glosario de términos con los conceptos identificados. Aquí se obtuvieron los conceptos, instancias, atributos, relaciones entre conceptos y sus descripciones en lenguaje natural.

La construcción del glosario de términos quedó representada de la siguiente manera:

**Tabla 21 Glosario de Términos**

No	Término	Sinónimos	Acrónimos	Descripción	Tipo
1	Proyecto			Conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.	Concepto
2	Recurso	Bienes Medios		Procedimiento o medio del que se dispone para satisfacer una necesidad, llevar a cabo una tarea o conseguir algo.	Concepto
3	Metodología de Desarrollo	Estrategia		Aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de un Proyecto.	Concepto

4	Posee			Relación que existe entre el concepto Proyecto y Estado	Relación
5	Tiene			Relación que existe entre el concepto Proyecto y Recursos.	Relación
6	Define			Relación que existe entre el concepto Proyecto y Metodología de Desarrollo.	Relación
7	Genera			Relación entre el concepto Proyecto y Artefacto	Relación

### 3. Elaboración de diccionario de conceptos

En el diccionario de conceptos quedaron descritos los conceptos del dominio, sus relaciones, instancias, atributos de clases y atributos de instancias como se muestra en la Tabla 22 a continuación.

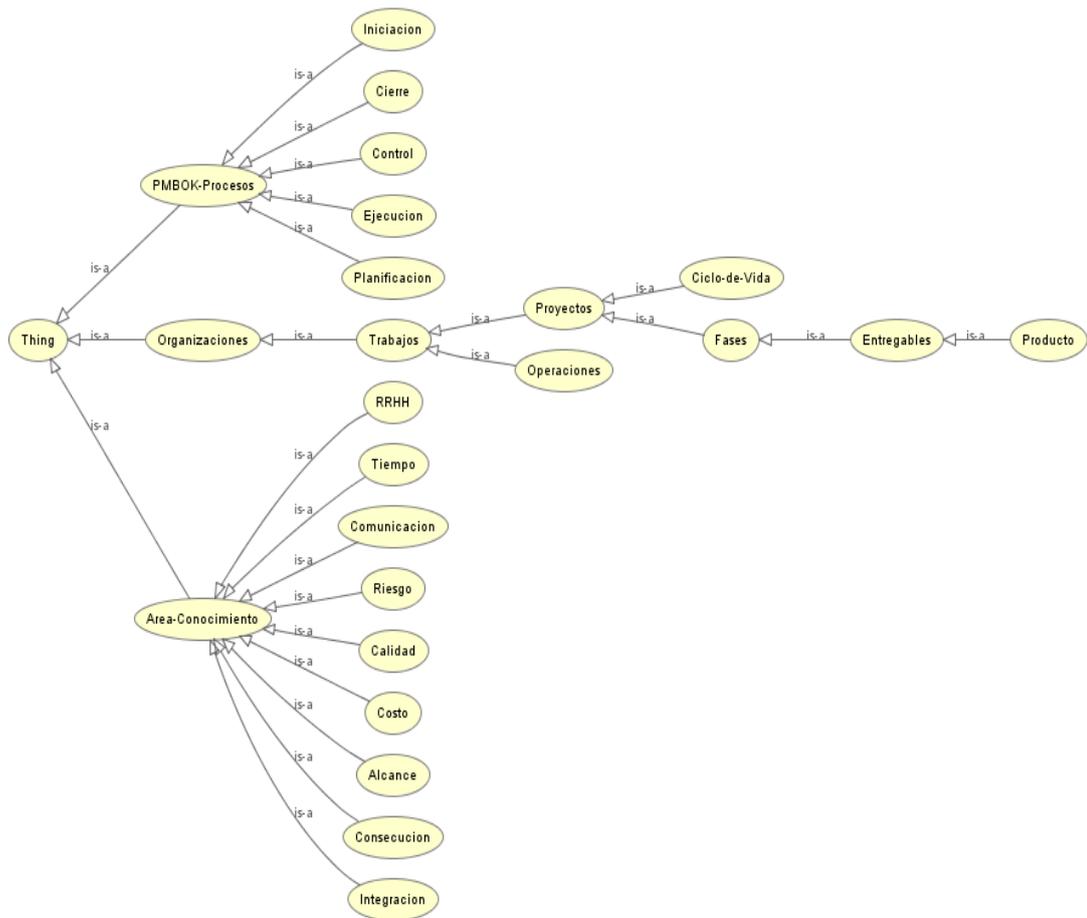
**Tabla 22 Diccionario de Conceptos**

Nombre del concepto	Instancia	Atributo de clase	Atributo de instancia	Relaciones
Proyecto	1- Investigación GESPRO Ingeniería de Dominio 2- Análisis GESPRO 3- Capacitación a Estudiantes 4- Formación MGPI	Nombre Fecha_Fin Fecha_Inicio Estado Alcance		Posee tiene genera define

Recursos		Nombre Municipio Sexo		Son
Estado		Nombre		se_define
Artefacto		Nombre		Son
Metodología de desarrollo		Nombre		se_basan

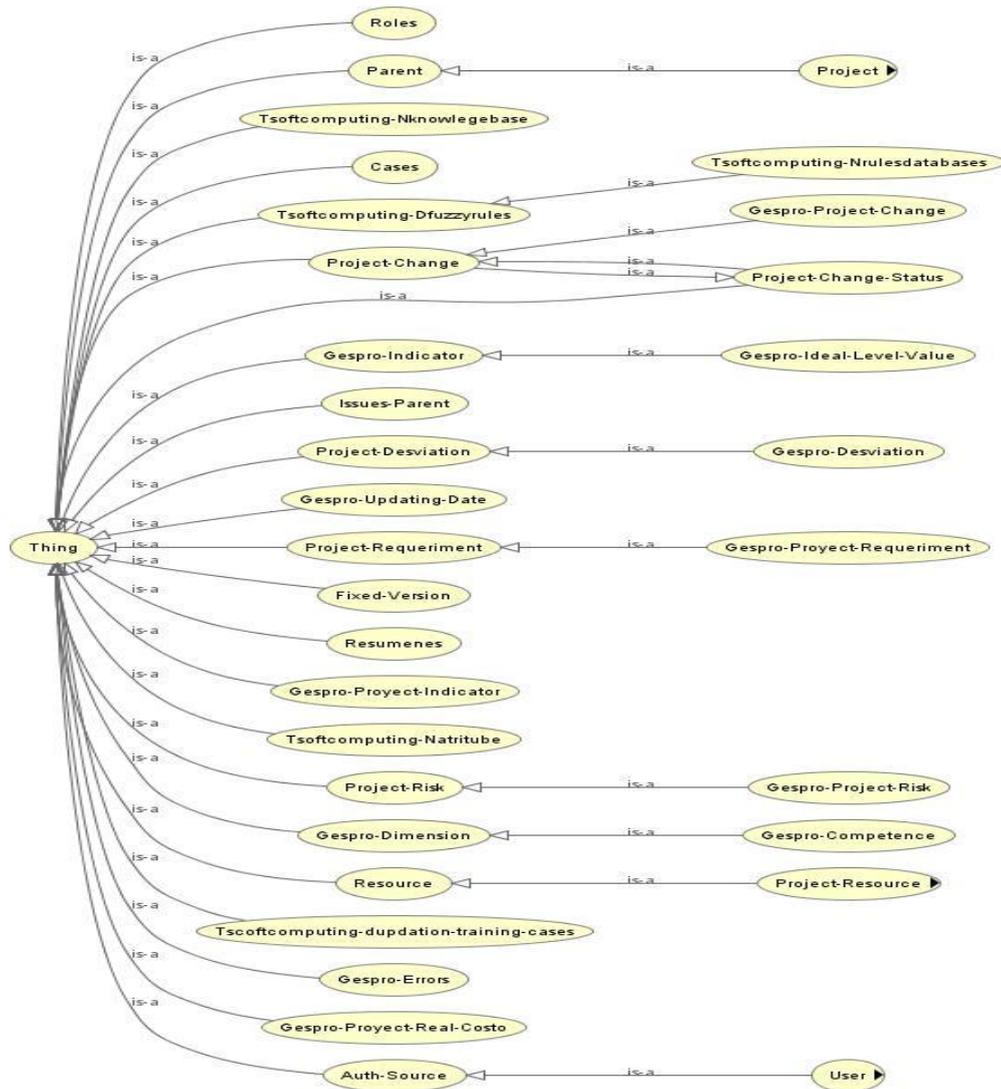
#### 4. Elaboración de la taxonomía

Como resultado de las técnicas aplicadas se obtuvieron tres taxonomías. La primera a partir del estudio del PMBoK a un nivel genérico. La segunda después de aplicar la técnica de extracción de información a la BD de Proyectos Terminados del Xedro Gespro, donde se toman los términos reflejados en la BD, así como sus relaciones. La tercera taxonomía resultado de todo el estudio realizado, incluyendo la opinión de los expertos, donde se recogen los escenarios de mayor prioridad. A continuación se muestran las figuras respectivamente.



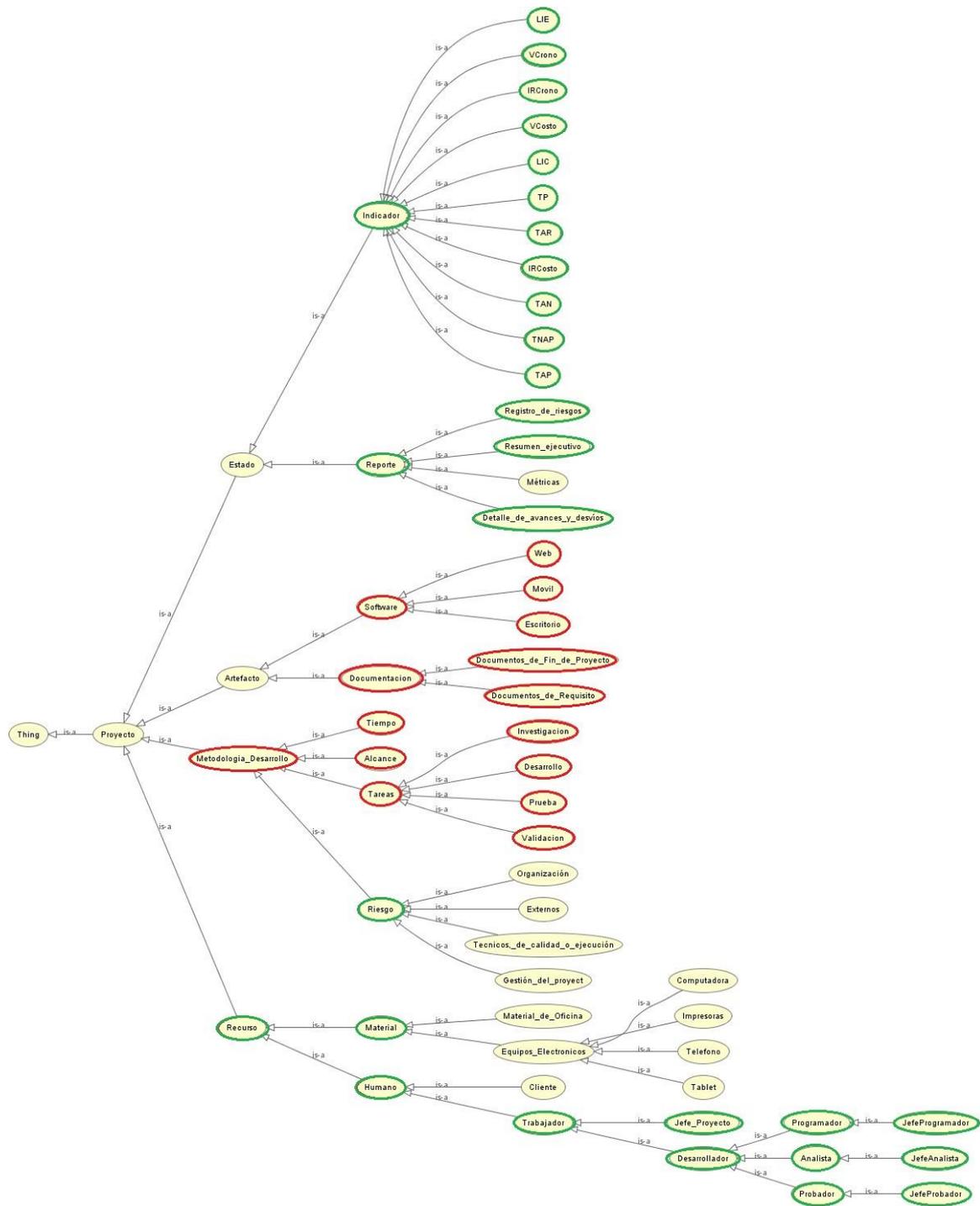
**Figura 23 Taxonomía de Clases extraídas del PMBoK**

La Figura 23 muestra la taxonomía entre los diferentes conceptos definidos después del estudio del PMBoK, creando una jerarquía de clases entre ella y definiendo un dominio genérico.



**Figura 24** Taxonomía obtenida de la base de datos de proyectos terminados

En Figura 24 se obtiene una taxonomía de los diferentes conceptos definidos al aplicar la técnica de extracción de información a la Base Datos de Proyectos Terminados del Xedro Gespro creando una jerarquía de clases y definiendo un dominio específico.



**Figura 25 Taxonomía final**

La Figura 25 muestra la taxonomía final resultado de la integración de las 3 taxonomías, a partir de las técnicas descritas anteriormente, la cual se seleccionó para crear la Ontología. El grupo de conceptos señalados en color rojo, fueron los aportados por la taxonomía generada según criterios del PMBoK y los de color verde de la segunda taxonomía generada a partir de la base de datos de proyectos terminados. En la actividad desarrollada se obtuvieron los niveles de jerarquía de los conceptos identificados en cada uno de los casos.

## 5. Establecimiento de las relaciones de cardinalidad entre los conceptos

La tabla de la figura a continuación muestra el establecimiento de las relaciones de cardinalidad entre conceptos. Aquí se describieron los atributos de clases en detalle, incluidos en el diccionario de conceptos, del primer nivel de la taxonomía, quedando representado de la siguiente manera:

**Tabla 23 Descripción de los Atributos**

Nombre	Concepto_Definido	Tipo_Valor	Valor
Nombre	Proyecto Estado Artefacto Metodología de desarrollo	String	Capacitación a Estudiantes
Fecha_inicio	Proyecto	String	01/09/2010
Fecha_fin	Proyecto	String	13/05/2011
Estado	Proyecto	String	R

## 6. Descripción de las instancias

Se definieron las instancias relevantes que aparecen en el diccionario de conceptos en una tabla de instancias, a partir del modelo conceptual de la Ontología que se creó.

**Tabla 24 Descripción de los Individuos del primer nivel de la taxonomía**

Nombre	Concepto_Pertenece	Valor_Atributos
<b>Proyecto Capacitación a estudiantes</b>	Proyecto	Nombre: Proyecto Capacitación a Estudiantes Estado: R Fecha_Inicio: 01/09/2010 Fecha_Fin: 13/05/2011
<b>Proyecto Investigación GESPRO Ingeniería de Dominio</b>	Proyecto	Nombre: Proyecto Investigación GESPRO Ingeniería de Dominio Estado: B Fecha_Inicio: 01/01/2015

		Fecha_Fin: 01/04/2016
<b>Subproyecto Análisis GESPRO</b>	Proyecto	Nombre: Subproyecto Análisis GESPRO Estado: R Fecha_Inicio: 04/02/2015 Fecha_Fin: 03/05/2016
<b>Subproyecto Formación MGPI 2015</b>	Proyecto	Nombre: Subproyecto Formación MGPI 2015 Estado: B Fecha_Inicio: 02/02/2015 Fecha_Fin: 31/12/2015

## 7. Descripción de reglas, axiomas y sus condicionantes

### 7.1 Definición de reglas

En Tabla 25 a continuación se definieron las reglas para el primer nivel de la taxonomía.

**Tabla 25 Descripción de las Reglas**

Nombre Regla	Descripción	Expresión	Concepto	Relación
<b>Regla Proyecto</b>	El proyecto define una Metodología de Desarrollo	define <b>some</b> Metodología_Desarrollo	Metodología_desarrollo	define
	El proyecto tiene varios recursos	tiene <b>some</b> Recurso	Recurso	tiene
	El proyecto genera varios artefactos	genera <b>some</b> Artefacto	Artefacto	genera
	El proyecto posee varios estados	posee <b>some</b> Estado	Estado	posee
<b>Regla Recurso</b>	Los recursos son de tipo material y humano	son <b>some</b> Material son <b>some</b> Humano	Material Humano	son

### 7.2 Definición de axiomas

En la Tabla 26 se muestra la descripción de los axiomas formales necesarios en la Ontología del primer nivel de la taxonomía.

**Tabla 26 Descripción de los Axiomas**

Nombre Regla	Descripción	Expresión	Concepto	Atributo
<b>Axioma Analista</b>	Un analista es un rol asignado a un miembro del proyecto, donde este puede tener varios roles	(nombre_proy value " Analisis GESPRO") and (rol value "Analista")	Analista_Análisis_GESPRO	nombre_proy rol
<b>Axioma Cliente</b>	El cliente es la persona entrevistada que dice requisitos que debe cumplir la aplicación.	nombre_cliente value "Análisis GESPRO"	Cliente_Análisis_GESPRO	nombre cliente
<b>Axioma Jefe Proyecto</b>	El jefe de un proyecto es la persona encargada de controlar y orientar las tareas asignadas en el mismo.	(nombre_proy value "Análisis GESPRO ") and (rol value "Jefe Proyecto")	Jefe_Proj_Análisis_GESPRO	nombre_proy rol

En la actividad se definieron las reglas y axiomas definidos en el diccionario de conceptos.

### c) Formalización

En este proceso se pasó del diseño conceptual al diseño formal a través del uso de una herramienta que así lo facilitó. En este subproceso quedaron representados las clases definidas en la conceptualización, las propiedades, axiomas e instancias de la Ontología. Al igual que el proceso anterior se apoya en una serie de actividades, las cuales se muestran en la figura a continuación.

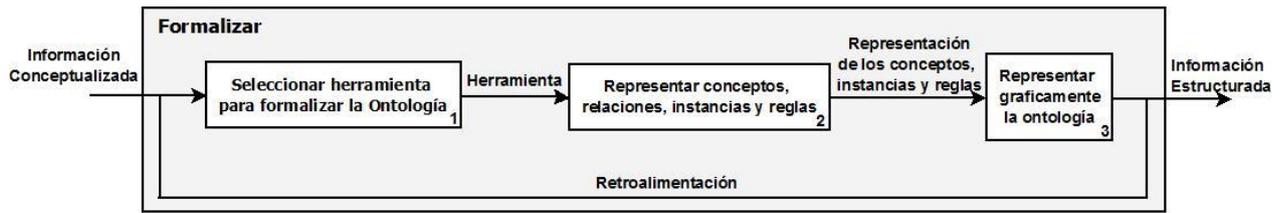


Figura 26 Proceso de formalización

Los resultados de cada fase de la formalización se detallan a continuación.

### 1. Selección de una herramienta para formalizar la Ontología

Para llevar la Ontología en la transformación del modelo conceptual al modelo formal se usó el editor Protégé 4.3, quedando representada la jerarquía entre las clases identificadas (ver Figura 27 Jerarquía de clases en el Protégé):



Figura 27 Jerarquía de clases en el Protégé

En cuanto a las propiedades la herramienta Protégé define los siguientes tipos de propiedades:

1. (Object Properties) las cuales se establecen entre individuos
2. (Datatype Properties) la cual se establece entre individuos y esquemas.

**Propiedades:** Tienen características que se les pueden asignar por ejemplo: Funcional, Funcional inversa, Simétrica y Transitiva. También es posible definir los dominios (conjunto de elementos que tienen un mismo rango de características) y los rangos (es una característica común dentro de un dominio) a cada propiedad. Estos son axiomas que se utilizan para que el razonador haga ciertas inferencias. Violar una restricción de dominio o de rango no significa necesariamente que la Ontología sea inconsistente o que contenga errores (Stevens & Brandt, 2011).

A continuación se muestra cómo quedan representadas las propiedades creadas en el Protégé correspondientes a la Ontología.

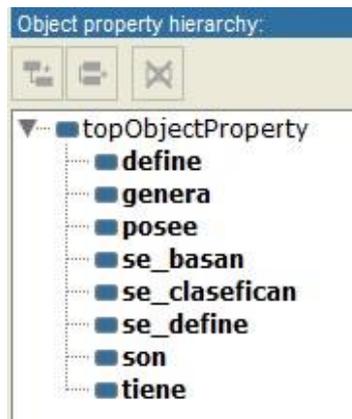


Figura 28 Las propiedades creadas en el Protégé

En cuanto a los atributos, son los que describen a los conceptos o individuos, los cuales toman valores en un dominio de datos específico. A continuación se muestra los atributos de la Ontología, utilizando la herramienta Protégé.

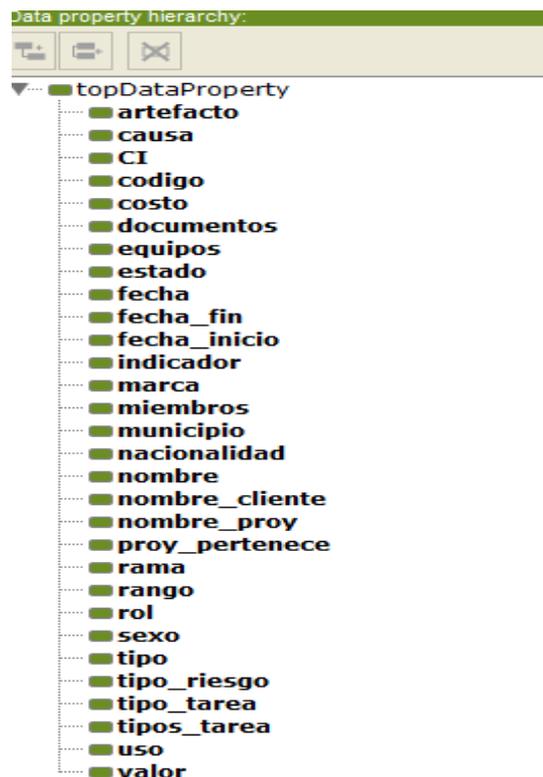


Figura 29 Creación de Atributos

## 2. Resultados de la Ontología como base de conocimiento

Finalmente se muestra en la Figura 30 la representación de la Ontología mediante la opción OntoGraf del editor Protégé, donde se relacionaron unas clases con otras.

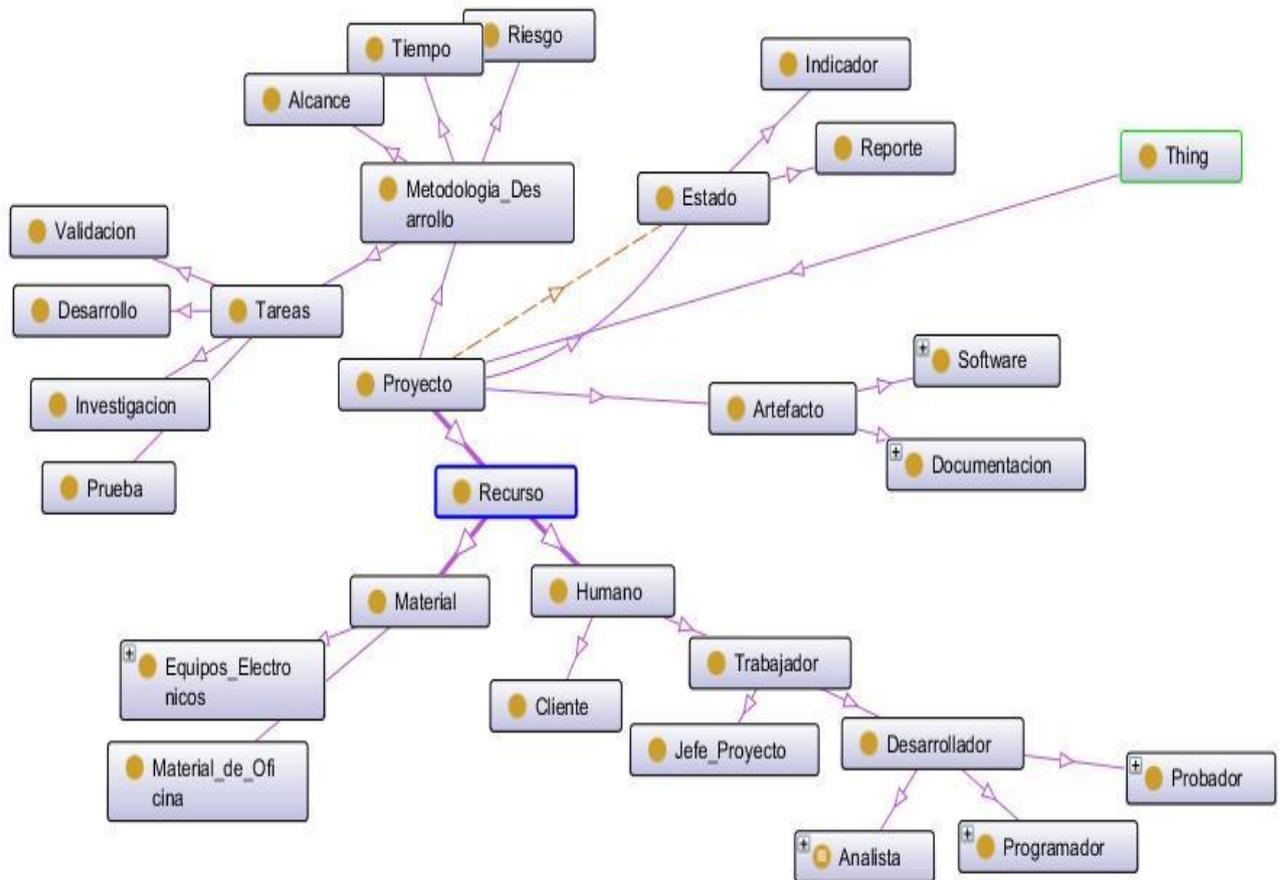


Figura 30 Ontología final

#### IV 1.2.2 Sección II. Interfaz de usuario

Las Ontologías presentan como limitantes la interfaz de usuario. El usuario final que hará uso de la Ontología como Sistema de recuperación de información para la toma de decisiones, no tiene por qué conocer el lenguaje de consulta que contiene el editor de Ontologías usado por el ingeniero ontológico para editarla, que en este caso sería para un usuario más avanzado. Por estas razones, en el Modelo se ha tenido en cuenta un proceso para obtener un sistema de información basado en Ontología que contenga una interfaz de usuario que permita hacer consultas a la Ontología en lenguaje natural y obtener como resultado información para la toma de decisiones.

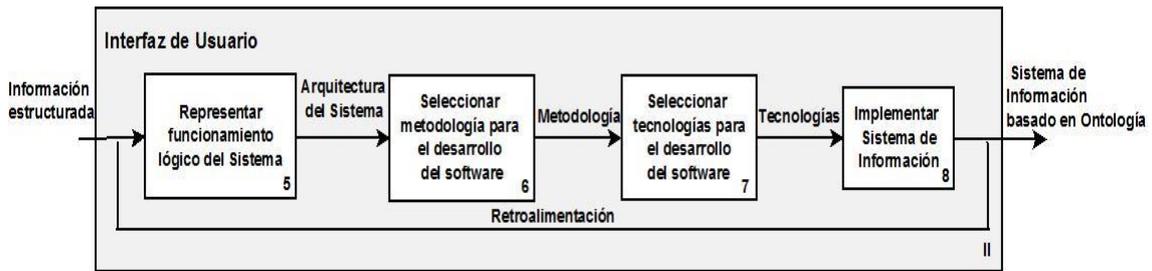


Figura 31 Proceso de Interfaz de usuario

A continuación, se indican los resultados obtenidos en las etapas de creación de la interfaz de usuario.

**a) Representación del funcionamiento lógico del Sistema de Información basado en Ontologías.**

En acápite anteriores se ha mencionado que la posición que el autor ha adoptado con relación al funcionamiento interno del Sistema con respecto a la Ontología es ver a la misma como una estructura más del Sistema. En la figura a continuación se muestran como resultado las distintas entidades que forman parte de la representación arquitectónica del SIBO, incluyendo a la Ontología y su funcionamiento dentro del Sistema.

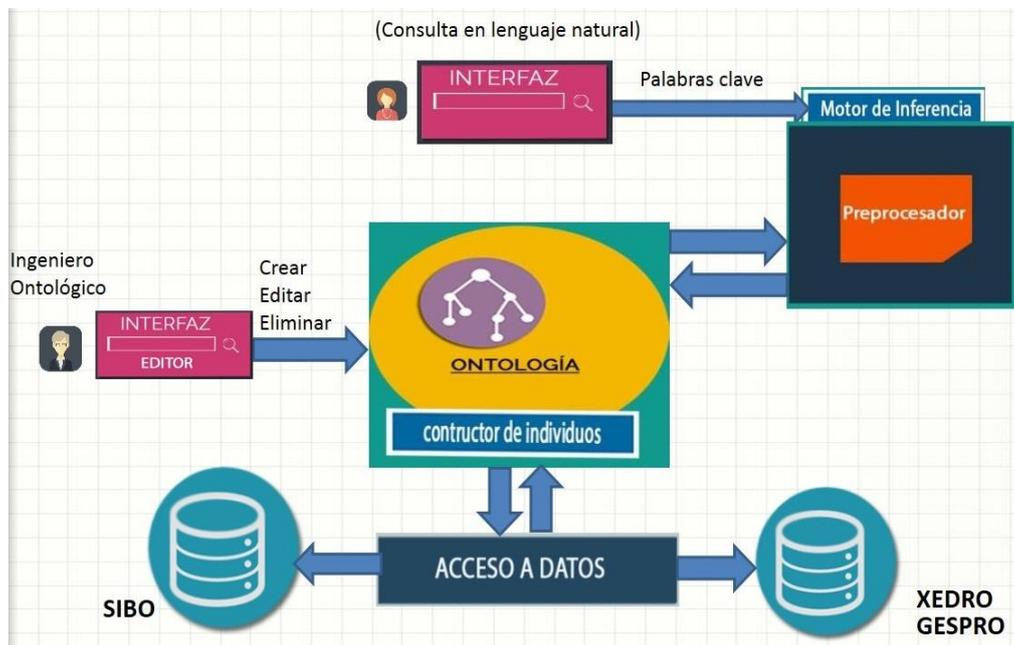


Figura 32 Funcionamiento lógico del Sistema

Como se muestra en la Figura 32, el Sistema proveerá una interfaz web para el acceso de los usuarios. Esta interfaz permitirá al usuario realizar consultas en lenguaje natural y constituye la cara del Sistema. Una vez que el usuario introduce su consulta el procesador se encargará de eliminar espacios en blanco, artículos, obteniéndose como salida las palabras clave de la consulta que se

entró. El motor de inferencia es el responsable de consultar la Ontología mediante el procesamiento de las palabras clave que se obtienen de la consulta en lenguaje natural entrada por el usuario. Esto se realiza a través de un traductor. El resultado obtenido se almacena como par “entrada- salida” en la base de datos SIBO para ahorrar un posterior proceso de traducción de la misma pregunta. La Ontología constituye el corazón del Sistema y sus datos están almacenados en la base de datos SIBO. En ella se representa la taxonomía creada con los conceptos identificados. Para extraer los datos, se apoya en un constructor de individuos que permite construir los individuos necesarios para responder a las encuestas, a partir de la información existente en la base de datos utilizada por el Xedro Gespro. El acceso a datos permite conectar al gestor de base de datos donde estarán las bases de datos que utiliza el Sistema de Gestión de Proyectos Xedro Gespro y la Ontología, para luego acceder a la información solicitada, por ello también se le denomina agente para la gestión de la información. La interfaz editor permite al ingeniero ontológico añadir, editar o eliminar los elementos de la Ontología que previamente se ha diseñado.

## **b) Análisis y diseño del Sistema de Información basado en Ontologías**

Como resultado del análisis y diseño del Sistema a partir de la metodología y tecnologías seleccionadas se obtiene el Modelado del Sistema a partir de las siguientes fases, con indicación del tiempo dedicado a su ejecución:

### **1. Fase de exploración**

Debido a que los mecanismos de procesamiento del lenguaje natural conforman un problema de gran extensión y el equipo de desarrollo desconoce la mayoría de las herramientas que se utilizarán, para esta fase se decidió emplear ocho semanas.

#### **1.1 Actores del sistema**

**Tabla 27 Actores del sistema**

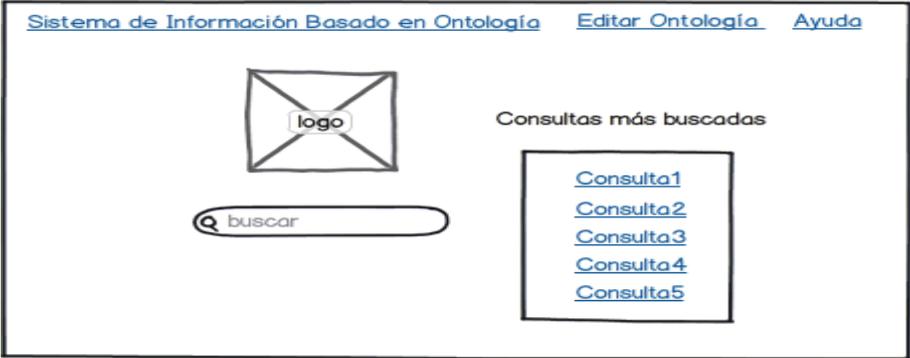
<b>Actores</b>	<b>Descripción</b>
Usuario	Usuario que hace consultas en lenguaje natural al sistema.
Administrador de Ontología	Usuario con permiso de editar la estructura de la Ontología.

#### **1.2 Historias de usuario**

En la metodología XP las historias de usuario (HU) son utilizadas para especificar los requisitos del software, garantizando que las tareas sean considerablemente simples. Se trata de tarjetas en las cuales el cliente describe brevemente las características que el sistema debe poseer, sean requisitos funcionales o no funcionales, siendo estas descripciones cortas y escritas sin terminología técnica, cada historia de usuario es lo suficientemente comprensible y delimitada para que los programadores puedan implementarla en unas semanas (Beck & Cowan, 2014). Teniendo en cuenta

las prioridades del cliente y el esfuerzo asociado al tratamiento comprensible y dinámico de las HU se definió una versión que fuera de valor y que tuviera una duración de unas semanas, como se observa en la Tabla 28:

**Tabla 28 Historia de usuario 1**

Historia de Usuario	
<b>Numero_1</b>	<b>Nombre HU:</b> Visualizar las consultas más buscadas.
<b>Actor:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad de Negocio:</b> Media	<b>Puntos Estimados:</b> 0.5 semana
<b>Nivel de Complejidad:</b> Baja	<b>Puntos Reales:</b> 0.5 semana
<b>Descripción:</b> Al iniciarse el sistema, el mismo debe mostrar las 5 consultas más buscadas por los usuarios.	
<b>Observaciones:</b> La base de datos debe tener al menos 1 consulta para que el sistema pueda mostrarla en el área de consultas más buscadas.	
<b>Prototipo de interfaz:</b>	
	

**Tabla 29 Historia de usuario 2**

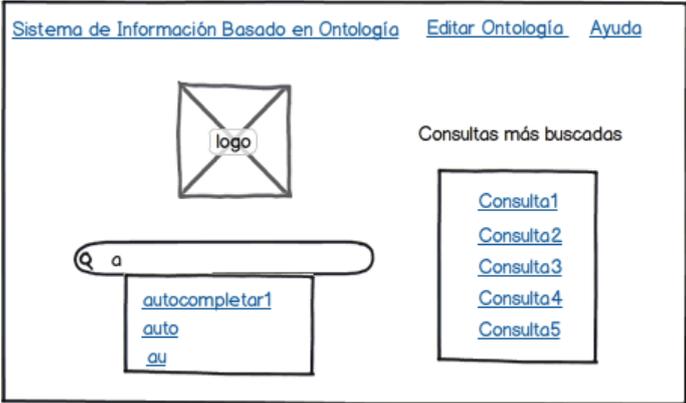
Historia de Usuario	
<b>Numero_2</b>	<b>Nombre HU:</b> Autocompletar
<b>Actor:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad de Negocio:</b> Baja	<b>Puntos Estimados:</b> 1 semana
<b>Nivel de Complejidad:</b> Baja	<b>Puntos Reales:</b> 1 semana
<b>Descripción:</b> El usuario introduce un carácter en el campo de búsqueda y el sistema debe autocompletar con las consultas posibles que contengan el carácter, permitiendo al usuario elegir la consulta que desea.	
<b>Observaciones:</b> La base de datos debe tener al menos 1 consulta con ese carácter para poder autocompletar.	
<b>Prototipo de interfaz:</b>	
	

Tabla 30 Historia de usuario 3

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Numero_3</b>	<b>Nombre HU:</b> Encuestar
<b>Actor:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 2
<b>Prioridad de Negocio:</b> Alta	<b>Puntos Estimados:</b> 8 semanas
<b>Nivel de Complejidad:</b> Alta	<b>Puntos Reales:</b> 8 semanas
<p><b>Descripción:</b> Una vez que el usuario introduce la consulta en lenguaje natural en el campo buscar, el sistema debe dar una respuesta según los modelos de preguntas diseñados para esta versión del sistema garantizando una correcta explicación de la misma según el tipo de pregunta que realizó el usuario.</p> <p>Los modelos de preguntas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- elemento <math>X \in</math> conjunto <math>Y \Rightarrow</math> individuo operador individuo</li> <li>2- conjunto <math>X &lt; o &gt;</math> atributo <math>Y</math> donde <math>X \ni Y \Rightarrow</math> clase operador atributo (no identificativo)</li> <li>3- clase o clase atributo (no identificativo) operador valor + (magnitud)</li> </ol> <p>La consulta realizada debe guardarse en el historial de consultas, permitiendo incrementar el contador de popularidad si esta se encuentra en la base de datos.</p>	
<b>Observaciones:</b> El campo de búsqueda no puede estar vacío.	
<b>Prototipo de interfaz:</b>	

Tabla 31 Historia de usuario 4

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Numero_4</b>	<b>Nombre HU:</b> Búsqueda Avanzada
<b>Actor:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 3
<b>Prioridad de Negocio:</b> Media	<b>Puntos Estimados:</b> 1 semana
<b>Nivel de Complejidad:</b> Alta	<b>Puntos Reales:</b> 1 semana
<p><b>Descripción:</b> Una vez que el usuario seleccione la búsqueda avanzada se deben desplegar el campo que contenga los elementos más importantes a buscar como: los recursos materiales, trabajadores, etc. Esta búsqueda debe permitir el filtrado de estos elementos.</p>	
<b>Observaciones:</b>	
<b>Prototipo de interfaz:</b>	

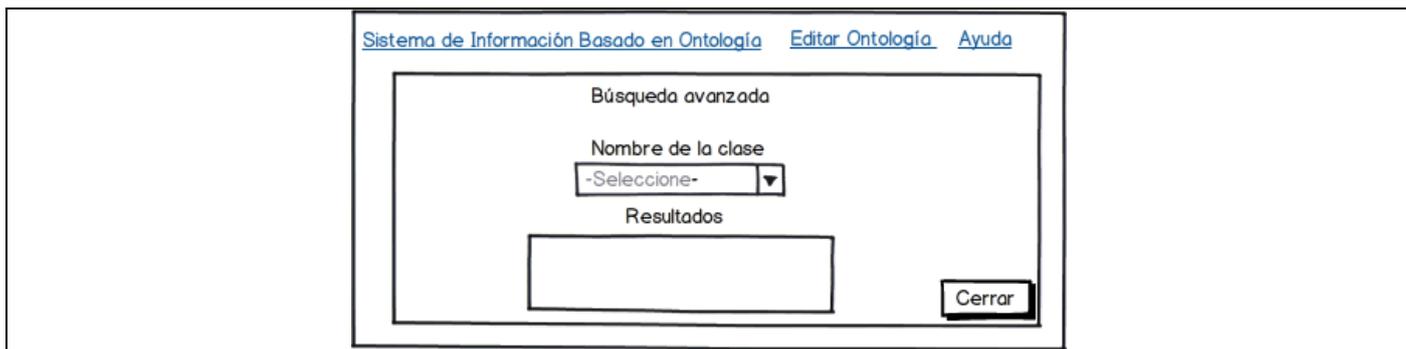
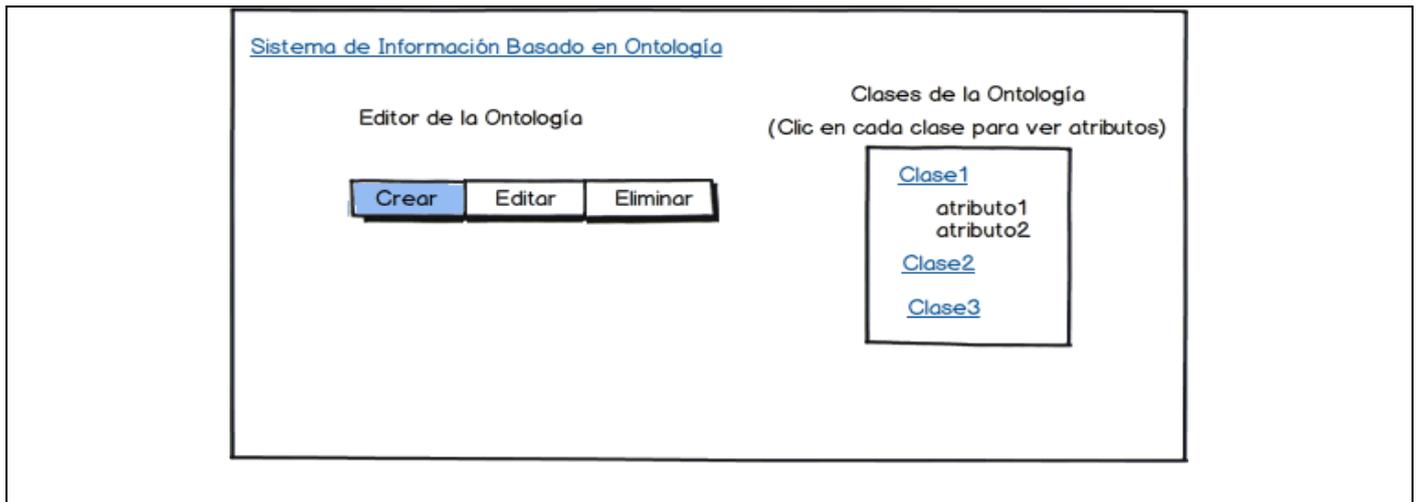


Tabla 32 Historia de usuario 5

Historia de Usuario	
<b>Numero_5</b>	<b>Nombre HU:</b> Autenticar administrador
<b>Actor:</b> Administrador de Ontología	<b>Iteración Asignada:</b> 4
<b>Prioridad de Negocio:</b> Media	<b>Puntos Estimados:</b> 1 semana
<b>Nivel de Complejidad:</b> Media	<b>Puntos Reales:</b> 1 semana
<b>Descripción:</b> Una vez que el usuario desee editar la Ontología, debe aparecer en pantalla los campos de usuario y contraseña para acceder a la interfaz del editor de Ontología, restringiendo así el acceso de los usuarios al mismo.	
<b>Observaciones:</b>	
<b>Prototipo de interfaz:</b>	

Tabla 33 Historia de usuario 6

Historia de usuario	
<b>Numero_6</b>	<b>Nombre HU:</b> Editor de Ontología
<b>Actor:</b> Administrador de Ontología	<b>Iteración Asignada:</b> 4
<b>Prioridad de Negocio:</b> Media	<b>Puntos Estimados:</b> 2 semanas
<b>Nivel de Complejidad:</b> Alta	<b>Puntos Reales:</b> 2 semanas
<b>Descripción:</b> Una vez que el usuario esté autenticado, tendrá los privilegios de seleccionar, insertar, actualizar y eliminar los elementos del diseño de la Ontología, la misma es almacenada en una base de datos especificada.	
<b>Observaciones:</b> usuario autenticado.	
<b>Prototipo de interfaz:</b>	



**Tabla 34 Historia de usuario 7**

<b>Historia de usuario</b>	
<b>Numero_7</b>	<b>Nombre HU:</b> Restricciones en el diseño e implementación
<b>Descripción:</b> Para el desarrollo de la solución se definen una serie de restricciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lenguaje de programación por parte del servidor: PHP.</li> <li>▪ Sistema de Gestión de Bases de Datos: PostgreSQL v 9.1</li> <li>▪ Se usará Visual Paradigm VP-UML 8.0 para la modelación del sistema.</li> </ul>	

## 2. Fase de planificación y entrega

### 2.1 Plan de entrega

Como resultado del plan de entrega se muestra la planificación de las iteraciones y la planificación de la estimación de esfuerzo por cada historia de usuario a partir de las siguientes tablas:

**Tabla 35 Plan de entrega**

Historias de usuario	Iteración 1 (20 /1/2015)	Iteración 2 (2/2/2015)	Iteración 3 (4/4/2015)	Iteración 4 (5/5/2015)
-Visualizar las consultas más buscadas. -Autocompletar	1.5 semanas	Terminado	Terminado	Terminado
-Encuestar	No empezado	8 semanas	Terminado	Terminado
-Búsqueda Avanzada	No empezado	No empezado	1 semana	Terminado
-Autenticar administrador -Editor de Ontología	No empezado	No empezado	No empezado	3 semanas

**Tabla 36 Estimación del esfuerzo por historia de usuario**

Historias de Usuarios	Tiempo estimado (semana ideal de trabajo)	Iteración asignada	Tiempo real
-Visualizar las consultas más buscadas. -Autocompletar	1.5 semanas	1	1.5 semanas
-Encuestar	8 semanas	2	8 semanas
-Búsqueda Avanzada	1 semana	3	1 semana
-Autenticar administrador - Editor de Ontología	3 semanas	4	2 semanas

### 3. Fase de Iteraciones

Al principio de cada iteración se llevan a cabo revisiones del plan de iteraciones. Las HU agrupadas en cada iteración se van desarrollando durante el transcurso de la iteración a la cual pertenecen y se modifican en caso de ser necesarias. Como parte de este plan se tienen las siguientes tareas:

- Descomponer las HU en tareas de desarrollo.
- Asignar a un grupo o una persona como responsable de su implementación.

Estas tareas pueden ser escritas en cualquier lenguaje técnico para el uso estricto de los programadores, y no necesariamente entendible por el cliente (Canós, Letelier, & Penadés, 2003).

A continuación, se dan los resultados de las tareas de desarrollo realizadas en cada una de las iteraciones:

#### Iteración 1

La primera iteración tendrá como objetivo dar cumplimiento a las HU 1 y 2. Estas son de mayor valor para el cliente, pues en ellas se define la interfaz del sistema. Tareas de las historias de usuario desarrolladas en la primera iteración se recogen en la Tabla 37.

**Tabla 37 Historias de usuarios planificadas para la primera iteración**

Historia de usuario	Tiempo estimado(semanas)	Tiempo real (semanas)
Visualizar las consultas más buscadas.	0.5	0.5
Autocompletar	1	1

Luego de relacionar las HU pertenecientes a esta iteración, se procede a la especificación de las principales tareas de desarrollo, que se realizaron para cumplir el propósito de la misma (Anexo 11).

## Iteración 2

La segunda iteración está centrada en desarrollar la HU 3, una vez terminada la primera iteración. Culminada esta iteración se dará paso a la ejecución de la iteración 3. Las tareas de las historias de usuario desarrolladas en la segunda iteración se muestran en la Tabla 38.

**Tabla 38 Historias de usuarios planificadas para la segunda iteración**

Historia de usuario	Tiempo estimado(semanas)	Tiempo real (semanas)
Encuestar	8	8

Las iteraciones de desarrollo sobre el sistema, permitieron que al finalizar se obtuviera un producto con todas las restricciones y características deseadas por el cliente (Anexo 12).

## Iteración 3

La tercera iteración está centrada en desarrollar la HU 4, una vez terminada la segunda iteración. Culminada esta iteración se dará paso a la ejecución de la iteración 4. Las tareas de las historias de usuario desarrolladas en la tercera iteración se observan en la Tabla 39.

**Tabla 39 Historias de usuarios planificadas para la tercera iteración**

Historia de usuario	Tiempo estimado(semanas)	Tiempo real (semanas)
Búsqueda Avanzada	1	1

Las iteraciones de desarrollo sobre el sistema, permitieron que al finalizar se obtuviera un producto con todas las restricciones y características deseadas por el cliente (Anexo 13).

## Iteración 4

La cuarta iteración está centrada en desarrollar la HU 5 y 6, una vez terminada la tercera iteración. Culminada esta iteración se termina con el ciclo de desarrollo del sistema. Las tareas de las historias de usuario desarrolladas en la cuarta iteración se expresan en la Tabla 40.

**Tabla 40 Historias de usuarios planificadas para la cuarta iteración**

Historia de usuario	Tiempo estimado(meses)	Tiempo real (meses)
Autenticar administrador	1	1
Editor de Ontología	2	2

Las iteraciones de desarrollo sobre el sistema, permitieron que al finalizar se obtuviera un producto con todas las restricciones y características deseadas por el cliente (Anexo 14).

## 4. Propuesta de solución para el Sistemas de Información basado en Ontología

Se propone hacer un sistema web que cuente con un servicio de entrada-salida en el cual cada entrada será una consulta en lenguaje natural que será pre-procesada, permitiendo obtener las

palabras clave de la misma. Estos datos se envían a la Ontología y con un motor de inferencia se responderá según el tipo de pregunta. Esta constituye la salida del sistema.

**Tabla 41 Tipos de preguntas**

Tipo de pregunta	Respuesta	
Booleanas	Verdadero-Falso	
Casuales	Cantidad	Reporte

Como resultado el sistema abarca el desarrollo de varios módulos:

**Interfaz Usuario:** Constituye la cara del sistema ante el usuario final y el administrador de la Ontología. En él se ofrecen los campos necesarios para que el usuario pueda ingresar las preguntas o consultas en lenguaje natural, así como las respuestas a las mismas. También ofrece una vista con los campos necesarios para la edición de la Ontología.

**Pre-procesador de Lenguaje:** Este módulo utiliza la consulta que provee el módulo Interfaz de Usuario y es el encargado de eliminar: espacios en blanco, artículos y premocones. La salida del mismo son las palabras clave de la consulta que se entró.

**Motor de Inferencia:** Es el módulo responsable de consultar la Ontología mediante el procesamiento de las palabras clave que se obtienen de la consulta en lenguaje natural entrada por el usuario. Esto se realizará a través de un traductor. El resultado se almacenará como par “entrada-salida” en la base de datos para ahorrar un posterior proceso de traducción de la misma pregunta.

**Explicación:** Es el módulo encargado de la construcción de las respuestas que debe brindarse para cada modelo de preguntas diseñado.

**Ontología:** Es el módulo corazón del SIBO. Sobre este se representará la Ontología que se encuentra almacenada en su base de datos. Se apoya en un constructor de individuos que permitirá construir los individuos necesarios para responder a las encuestas, siempre a partir de la información existente en la base de datos utilizada por el Xedro Gespro.

**Editor de Ontología:** Es el encargado de la edición de los elementos de la Ontología que previamente se ha diseñado.

**Gestión de Datos:** Es el módulo que se conectará al gestor de base de datos donde estarán las base de datos que utiliza el sistema de gestión de proyectos Xedro Gespro y la Ontología, para luego acceder a la información solicitada.

Para entender mejor la propuesta de solución se exponen los siguientes diagramas del proceso de interrogar a la Ontología:

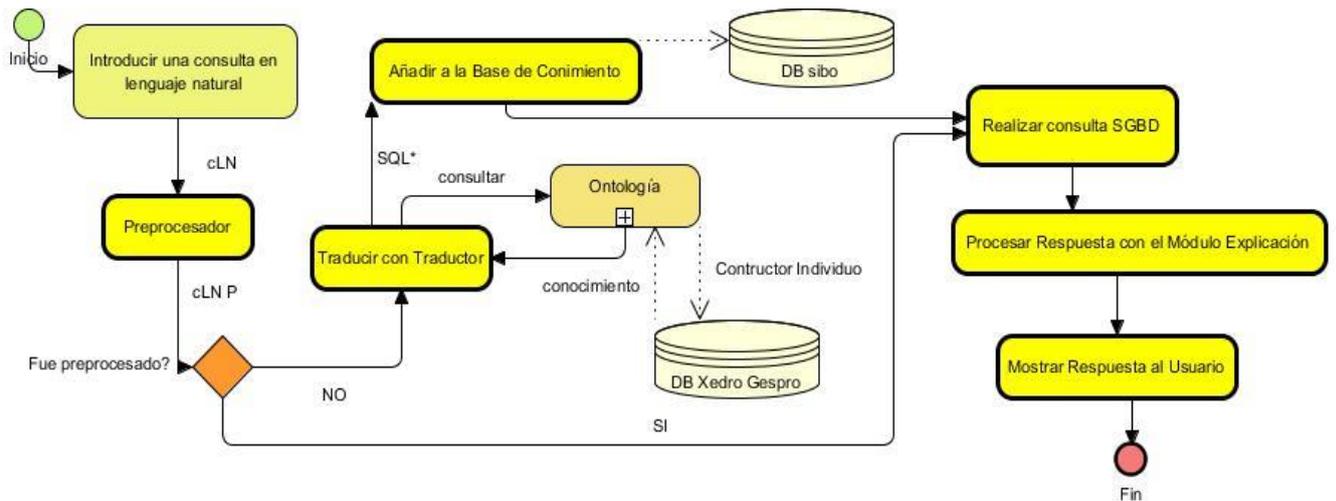


Figura 33 Diagrama del proceso de interrogar a la Ontología

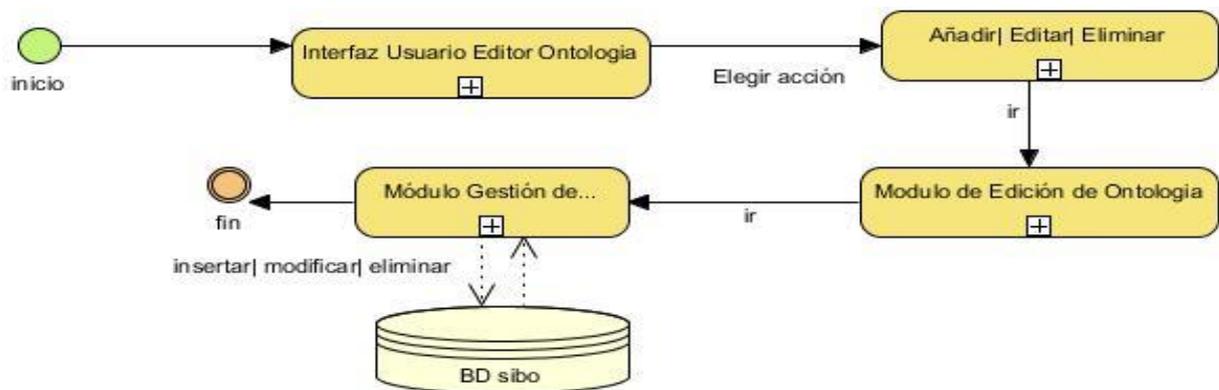


Figura 34 Diagrama del proceso de editar la Ontología

La Figura 34 muestra el diseño de la Ontología que se realizó para el sistema Xedro Gespro cuyos elementos se encuentran almacenados en la base de datos llamada Sibo.

## 5. Descripción de la arquitectura del software

La IEEE 1471-2000 define a la arquitectura de software como: “La organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución” (Reynoso, 2004).

### 5.1 Estilo arquitectónico.

Un estilo arquitectónico se define como: “Una lista de tipos de componentes que describen los patrones o las interacciones a través de ellos. Un estilo afecta a toda la arquitectura de software y puede combinarse en la propuesta de solución” (Sommerville & Galipienso, 2005).

El estilo arquitectónico utilizado en la solución propuesta es “llamada y retorno”, específicamente los sistemas jerárquicos en capas, ya que se obtiene una estructura del programa relativamente fácil de modificar y ajustable a escala, utiliza la descomposición en módulos disminuyendo así la complejidad.

## 5.2 Arquitectura del sistema.

La arquitectura del Sistema de Información basado en Ontología es una solución orientada al patrón arquitectónico N-Capa específicamente 3 capas.

La arquitectura fue representada por 3 capas lógicas que dan un alto nivel de encapsulamiento de las responsabilidades. Permiten reducir al máximo el acoplamiento y aumentar la reutilización entre las mismas. Esta distribución permite que se realicen grandes cambios en una de las capas sin que se afecten las demás, siempre que esté bien definida la comunicación entre ellas.

Las capas son las siguientes:

- **Capa de presentación:** Es la interfaz de comunicación de la aplicación con un usuario determinado. A través de ella se exponen las funcionalidades que se presentan al mismo. Está compuesta por todas las interfaces de usuario y los componentes necesarios para su correcto funcionamiento. Estos elementos pueden ser ficheros JavaScript, CSS, entre otros. Esta capa se encuentra representada por el paquete **Interfaz**, y tiene interacción directa con la de Negocio.
- **Capa de negocio:** Esta capa es la intermediaria entre la capa de presentación, (mediante la cual el usuario hace la solicitud) y la capa de modelo de datos para obtener la información. Aquí se establecen todas las reglas que deben cumplirse para dar respuesta a las peticiones del usuario. Esta capa se encuentra representada por el paquete **Negocio**.
- **Capa de Acceso a datos:** Esta capa es la encargada de satisfacer las peticiones del negocio. Se indica dónde se va almacenar los elementos de la Ontología y de dónde se recuperará toda la información necesaria para satisfacer las solicitudes de los usuarios mediante los servicios de datos implementados. Los datos manejados por el Sistema se encuentran almacenados en el servidor Postgresql (v 9.1), formado por dos bases de datos que realizan todo el almacenamiento de la estructura de la Ontología y de los individuos de la misma indistintamente. Esta capa se encuentra representada por el paquete **Acceso a datos**.

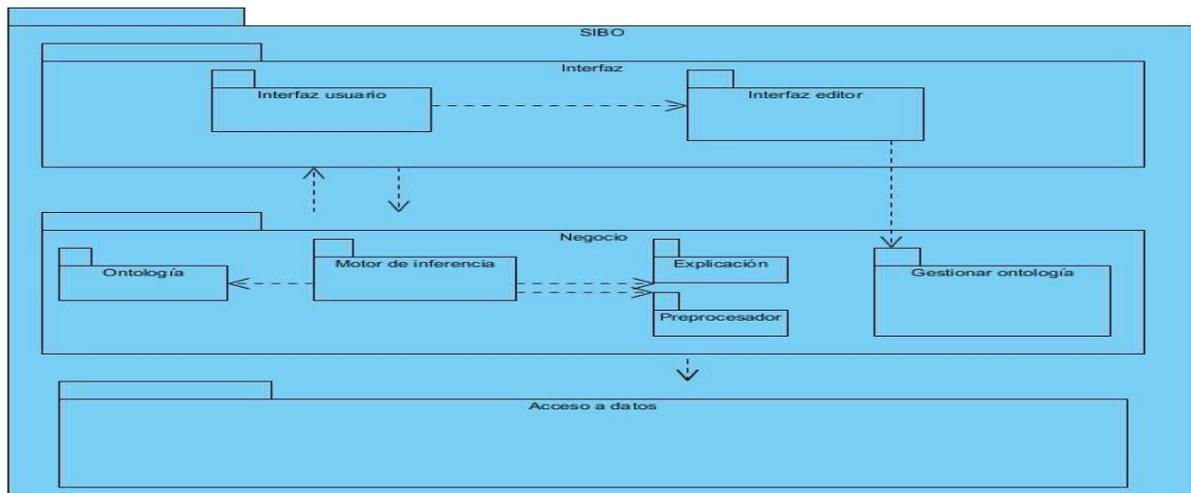


Figura 35 Diagrama de paquetes

## 6. Resultados de Diseño del Sistema de Información basado en Ontologías

La metodología XP no requiere la descripción del Sistema por medio de diagramas de clase. Aunque, a veces cuando la complejidad de la información es alta, se definen diagramas. En caso contrario se guía por las tarjetas CRC (Cargo o Clase, Responsabilidad y Colaboración).

### 6.1 Patrones de diseño

Los patrones de diseño constituyen la base para la búsqueda de soluciones a problemas comunes en el desarrollo de software y otros ámbitos referentes al diseño de interacción o interfaces. Es una solución a un problema de diseño, facilitan: la reusabilidad, extensibilidad y mantenimiento. Es una descripción de clases y objetos comunicándose entre sí, adaptada para resolver un problema de diseño general en un contexto particular. Los mismos identifican: clases, instancias, roles, colaboraciones y la distribución de responsabilidades (Larman, 1999).

Los patrones utilizados fueron los siguientes:

#### 6.1.1 Patrones GRASP

Los patrones GRASP describen los principios fundamentales de diseño de objetos para la asignación de responsabilidades. Constituyen un apoyo para la enseñanza que ayuda a entender el diseño de objeto esencial y aplica el razonamiento para el diseño de una forma sistemática, racional y explicable.

- **Patrón Experto:** Asigna la responsabilidad de crear objetos e implementar métodos a la clase que contiene la información necesaria para realizar estas acciones. Un ejemplo de clase experta es **Gestionar Ontología**, debido a que la misma contiene la información necesaria para realizar acciones con las demás clases.

### Beneficios que reporta:

- Conserva el encapsulamiento, ya que los objetos se valen de su propia información para hacer lo que se les pide. Esto soporta un **Bajo Acoplamiento**, lo que favorece tener sistemas más robustos y de fácil mantenimiento.
- El comportamiento se distribuye entre las clases que cuentan con la información requerida, alentando con ello el beneficio de clases sencillas y más cohesivas, las cuales son más fáciles de comprender. Así se brinda soporte a una **Alta Cohesión**.

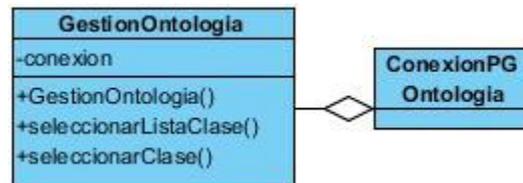


Figura 36 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Experto

- **Patrón Controlador:** Es un patrón que sirve como intermediario entre una determinada interfaz y el algoritmo que la implementa, de tal forma que es la que recibe los datos del usuario y la que los envía a las distintas clases según el método llamado. Se recomienda dividir los eventos del Sistema en el mayor número de controladores para poder aumentar la cohesión y disminuir el acoplamiento. Un ejemplo de clase controladora es **ContoladorClase** debido a que esta es la que recibe los datos de las clases de la Ontología, y la envía a las distintas clases que trabajarán con esta información.

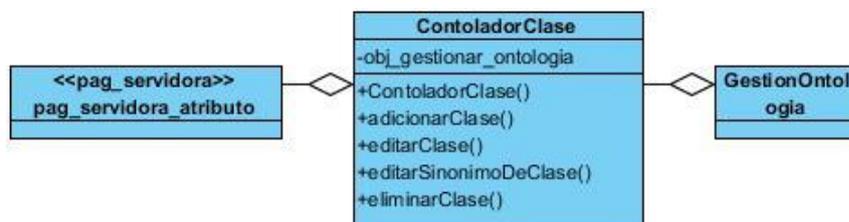


Figura 37 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Controlador

- **Patrón Creador:** Éste ayuda a identificar quién debe ser el responsable de la creación (o instanciación) de nuevos objetos o clases. Este patrón es utilizado para el diseño de la clase **Generador** debido a que es la encargada de instanciar los diferentes tipos de reportes que está compuesto los modelos de preguntas que implementa.

### Beneficios obtenidos:

- Facilita un **Bajo Acoplamiento**, supone menos dependencias respecto al mantenimiento y mejores oportunidades de reutilización de código.

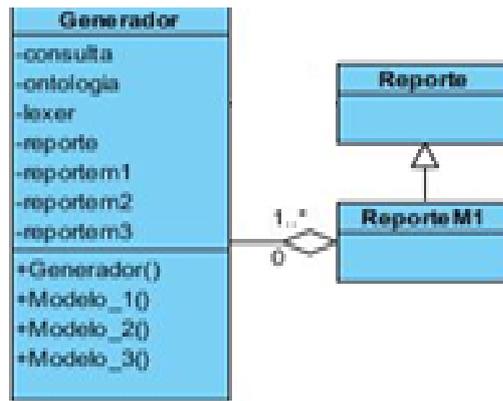


Figura 38 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Creador

- **Alta Cohesión:** Como cada clase en el Sistema tiene un conjunto de funcionalidades relacionadas directamente con la entidad que representan, no realizan un trabajo enorme y por tanto pueden ser calificadas como de alta cohesión. Un ejemplo de clase que lo utiliza es **Ontología**, ya que ella se encarga de representar solo a la Ontología en el negocio.
- **Bajo Acoplamiento:** Las clases del Sistema se comunican solo con las clases necesarias para desarrollar cada flujo de evento. Un ejemplo de este patrón es la clase **Lexer** ya que esta solo se comunica con la clase **Ontología** para poder realizar su función en el negocio.

### 6.1.1 Patrones GOF.

Los patrones GOF describen soluciones simples y elegantes a problemas específicos en el diseño de software orientado a objetos.

- **Patrón Fachada (Facade):** Provee una interfaz unificada simple para acceder a una interfaz o grupo de interfaces de un subsistema. Se ha utilizado este patrón para reducir la dependencia entre clases, ofreciendo un punto de acceso, de manera que si éstas cambian o se sustituyen por otras, solo hay que actualizar la clase Fachada sin que el cambio afecte a las aplicaciones cliente. Cada capa del Sistema tendrá su propia “fachada”. La clase **ProveedorDeProceso** es un ejemplo claro del patrón, proporciona una interfaz para las clases Procesar y Razonar.

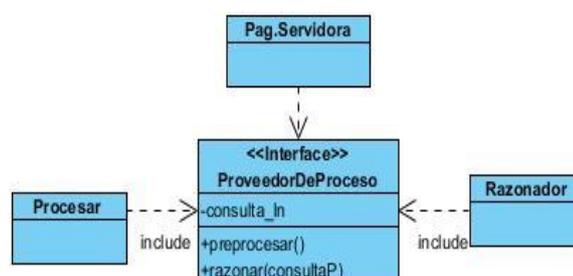


Figura 39 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Fachada

- **Patrón Solitario (Singleton):** Garantiza que cada clase sólo tenga una única instancia, proporcionando un punto de acceso global a la misma. La clase **ConexionPGOntologia** es un ejemplo de la utilización del patrón, el acceso a ella está restringido, posee una única instancia.

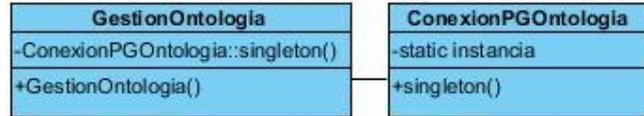


Figura 40 Diagrama de clases. Ejemplo de utilización del patrón Singleton

## 6.2 Tarjetas CRC

Una tarjeta CRC es una ficha de papel o cartón que representa a una entidad del Sistema. Permite el trabajo independiente basado en procedimientos con una metodología basada en objetos. Estas tarjetas se utilizan para estructurar las clases y a su vez definir las responsabilidades sobre las mismas, así como la simulación de escenarios en el sistema (Casas, Reinaga, & Soza, 2015).

**Clase:** es cualquier persona, evento, concepto, pantalla o reporte.

**Responsabilidades:** son las funciones que conoce y las que realizan, sus atributos y métodos.

**Colaboradores:** son las demás clases con las que interactúa en conjunto para llevar a cabo sus responsabilidades.

El sistema está compuesto por varios paquetes que conforman su arquitectura, a continuación se presentan sus descripciones y las principales tarjetas CRC pertenecientes a las clases de los mismos.

### 6.2.1 Paquete Interfaz.

En este paquete se encuentra la interfaz principal del SIBO, así como toda la parte funcional del lado del cliente.

### 6.2.2 Paquete Negocio.

En este paquete se encuentran los módulos que pertenecen al negocio del Sistema como: Pre-procesador de Lenguaje, Motor de Inferencia, Explicación, Ontología, Editor de Ontología. Todos estos están separados por sub-paquetes que aseguran su separación.

Tabla 42 Tarjeta CRC 1

<b>Clase:</b> Consultar
<b>Responsabilidad:</b> Clase encargada de gestionar la consulta entrada por el usuario, saber si existe en la base de datos y actualizar su contador si ésta es existente.
<b>Colaborador:</b> GestionarConsultaM

**Tabla 43 Tarjeta CRC 2**

<b>Clase:</b> ConsultaMasBuscada
<b>Responsabilidad:</b> Clase encargada de buscar las consultas más buscadas por el usuario y mostrarla en la interfaz.
<b>Colaborador:</b> MasBuscadaM

**Tabla 44 Tarjeta CRC 3**

<b>Clase:</b> Autocompletar
<b>Responsabilidad:</b> Clase encargada del autocompletamiento.
<b>Colaborador:</b> AutocompletarM

### **6.2.3 Paquete Preprocesador**

En este paquete se encuentra la clase encargada de pre-procesar la consulta en lenguaje natural entrada por el usuario.

**Tabla 45 Tarjeta CRC 4.**

<b>Clase:</b> Procesar
<b>Responsabilidad:</b> Clase encargada de pre-procesar la consulta entrada. Eliminando los espacios en blanco, los artículos y la preposiciones, etc.
<b>Colaborador:</b>

### **6.2.4 Paquete Ontología**

En este paquete se encuentra la clase encargada de hacer las funciones para el manejo de los elementos de la Ontología como toda su estructura y los individuos de esta.

**Tabla 46 Tarjeta CRC 5.**

<b>Clase:</b> Ontologia
<b>Responsabilidad:</b> Clase encargada de representar la Ontología dentro del negocio, se inicializa con información procedente de la base de datos que se le asigna.
<b>Colaborador:</b> AccederOntologia, AccederIndividuo.

### **6.2.5 Paquete Motor Inferencia**

En este paquete se encuentran las clases encargadas de hacer las funciones para la inferencia que se le hace a la Ontología mediante un traductor.

**Tabla 47 Tarjeta CRC 6**

<b>Clase:</b> Razonador
<b>Responsabilidad:</b> Clase encargada de hacer el análisis sintáctico de la consulta pre-procesada.

**Colaborador: Lexer, Ontologia, ReporteErrores, ReporteErroresM1, ReporteErroresM2, ReporteErroresM3, Generador.**

**Tabla 48 Tarjeta CRC 7**

**Clase: Generador**

**Responsabilidad:** Clase encargada de hacer generar el código intermedio según el modelo de consulta pre-procesada.

**Colaborador: Ontologia, ReporteErroresM1, ReporteErroresM2, ReporteErroresM3.**

**Tabla 49 Tarjeta CRC 8**

**Clase: Lexer**

**Responsabilidad:** Clase encargada de hacer el análisis léxico de la consulta pre-procesada.

**Colaborador: Ontologia**

### **6.2.6 Paquete Explicación**

**Tabla 50 Tarjeta CRC 9**

**Clase: ReporteErrores**

**Responsabilidad:** Clase padre encargada de dar respuesta según los modelos de consultas pre-procesada. La explicación de dichos modelos se implementa de forma diferente en sus hijas.

**Colaborador:**

### **6.2.7 Paquete Gestión Ontología**

En este paquete se encuentran las clases encargada de la gestión de la Ontología.

**Tabla 51 Tarjeta CRC 10**

**Clase: ControladorClase**

**Responsabilidad:** Clase encargada de controlar las acciones que se realizan con las clases de la Ontología.

**Colaborador: GestionOntologia**

### **6.2.8 Paquete Acceso a datos**

**Tabla 52 Tarjeta CRC 11**

**Clase: GestionarOntologia**

**Responsabilidad:** Clase encargada de gestionar los elementos de la Ontología existentes en la base de datos sibo.

**Colaborador: ConexionPGOntologia.**

**Tabla 53 Tarjeta CRC 12**

**Clase: ConexionPGOntologia**

**Responsabilidad:** Clase encargada de conectar el sistema con la base de datos sibo donde se encuentra almacenada la

### c) Implementación del Sistema de Información basado en Ontologías

En la etapa de implementación de un software, se transforman las clases y objetos en ficheros fuentes, binarios y ejecutables. El resultado final, es un Sistema que en la etapa de prueba, se evalúa su desempeño como producto de software, además se detectan y corrigen errores para su posterior aceptación. En nuestro caso, se han obtenido los siguientes resultados:

#### 1. Diagrama de componentes

Un componente es el empaquetamiento físico de los elementos de un modelo. Los diagramas de componentes describen los elementos físicos y sus realizaciones en el entorno de implementación mostrando las organizaciones y dependencias lógicas entre componentes de software, sean código fuente, archivos, bibliotecas cargadas dinámicamente o ejecutables. Componen la vista estática de un Sistema (Cortez, Riesco, & Garis, 2012). Los componentes del SIBO se muestran en la Figura 41.

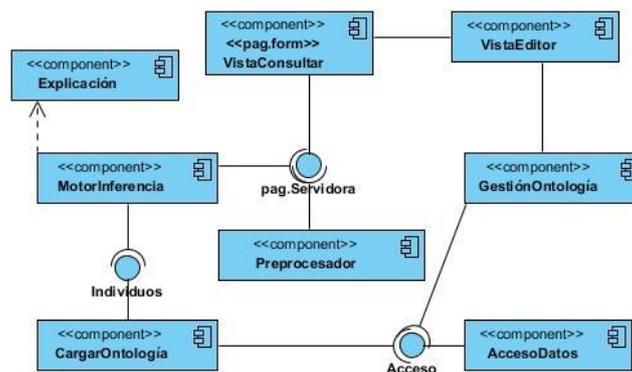


Figura 41 Diagrama de componentes del SIBO

#### 2. Principales funcionalidades del Sistema de Información basado en Ontologías

Para lograr el procesamiento del lenguaje natural se diseñaron modelos con el objetivo de agrupar las posibles preguntas que se realizan al sistema. Para llegar a la implementación de los mismos se necesita describirlos y establecer una clasificación para los atributos que pertenecen a las clases de la Ontología, ya que son los encargados de representar las características de los individuos de la misma.

**Los atributos pueden ser clasificados en:**

**Identificativo:** Es el encargado de identificar a los individuos de la Ontología. Un ejemplo concreto puede ser un individuo de la clase Proyecto que posee las siguientes características: nombreproyecto, numerotrabajadores, fechainicio y fechafin, donde el individuo puede ser SCADA que pertenece a la clase Proyecto y se identifica con nombreproyecto (atributo identificativo): SCADA.

**No identificativo:** Es una característica adicional del individuo pero no posee la capacidad de identificarlo. Un ejemplo concreto puede ser un individuo de la clase Proyecto que posee las siguientes características: nombreproyecto, numerotrabajadores, fechainicio y fechafin, donde el individuo puede ser SCADA que pertenece a la clase Proyecto y se identifica con nombreproyecto: SCADA y sus características adicionales son: numerotrabajadores y fechainicio y fechafin (atributos no-identificativos).

**Los modelos elegidos son los siguientes:**

**Modelo#1:**

La descripción del modelo es la siguiente: **elemento  $X \in$  conjunto  $Y$** . El mismo responde al tipo de pregunta **individuo operador individuo**, donde los individuos son elementos significativos de una clase y el operador es la relación previamente definida entre la clase del elemento X y la clase Y. La respuesta a este modelo es del tipo (verdadero o falso).

**Tabla 54 Ejemplo de preguntas para Modelo 1**

Preguntas	Respuesta	Tipo de respuesta
Pedro pertenece a Vertex	Disculpe, Pedro no es miembro de Vertex.	falso
Iliana trabaja en Gespro	Iliana es miembro de Gespro	verdadero

**Modelo #2:**

La descripción del modelo es la siguiente: **conjunto  $X < o >$  atributo  $Y$  donde  $X \ni Y$** . El mismo responde al tipo de pregunta **clase operador atributo (no identificativo)**, donde la clase esta predefinida en la Ontología, el operador puede ser mayor que o menor que y el tercer elemento es un atributo de esa misma clase. La respuesta a este modelo es del tipo lista de elementos.

**Tabla 55 Ejemplo de preguntas para Modelo 2**

Preguntas	Respuesta	Tipo de respuesta
Trabajador de mayor salario	Pedro	1 elemento
Recurso de menor inventario	Silla Mesa	Más de 1 elemento

**Modelo #3:**

La descripción del modelo es la siguiente: **conjunto  $X$  o conjunto  $X$  atributo  $Y < |=| >$  valor (atributo  $Y$ ) magnitud (atributo  $Y$ ) donde  $X \ni Y$** . El mismo responde al tipo de pregunta **clase o clase atributo (no identificativo) operador valor (atributo) magnitud (atributo)**, donde la clase esta predefinida en

la Ontología, un atributo de esa misma clase que sea no identificativo, el operador puede ser mayor, menor o igual y el cuarto y quinto elemento es el valor y magnitud de ese atributo . La respuesta a este modelo es del tipo lista de elementos.

**Tabla 56 Ejemplo de preguntas para Modelo 3**

Preguntas	Respuesta	Tipo de respuesta
Proyecto	Gespro Scada	Más de 1 elemento
Trabajador con años de experiencia mayor a 5 años	Prevot	1 elemento
Trabajador con salario menor que 1000 pesos	Pedro Iliana	Más de 1 elemento

### **3. Funcionalidades aplicadas del Sistema de Información basado en Ontologías**

El Sistema se identifica como un Sistema de Información basado en Ontologías. El logo que se muestra en las Figura 42 que aparecen a continuación funciona como un identificador representativo del dominio sobre el cual se realiza la gestión del conocimiento. El sistema es interoperable con otros dominios, por tanto podrá cambiarse el logo y ajustarlo al dominio que se está representando.

En la pantalla principal se muestra una interfaz de usuario, que contiene un campo de búsqueda para realizar las búsquedas en lenguaje natural. Este campo de búsqueda cuenta también con un auto-completamiento de la consulta, el cual permite elegir consultas que ya han sido elaboradas previamente, obteniéndose con ello un mejor resultado en la búsqueda realizada.

El Sistema muestra además un acceso directo a las consultas más buscadas por los usuarios, limitando el número de consultas a 5. También cuenta con una etiqueta que le da la posibilidad al usuario de una búsqueda avanzada, la cual está conectada con los elementos de la Ontología. Los filtros de búsqueda se realizan mediante las clases existente y sus relaciones ayudando al usuario obtener un alto porcentaje de satisfacción.

A través de la etiqueta llamada ayuda, el usuario podrá familiarizarse con la estrategia de búsqueda a seguir para obtener mejores resultados, aquí son mostrados los modelo de preguntas que se eligieron para realizar las consultas. También muestra una etiqueta que se denomina editar Ontología, la cual permitirá el enlace con el editor de Ontologías una vez introducido usuario y contraseña del ingeniero ontológico. En esta sección se muestra una nueva interfaz de usuario que

permite la inserción y edición de los elementos de la Ontología en el Sistema por el ingeniero ontológico. Aquí se ofrecen las opciones de crear, editar y eliminar clases, relaciones, atributos y axiomas de la Ontología. Además, muestra al ingeniero ontológico las clases y los atributos que ya han sido insertados en el sistema previamente.

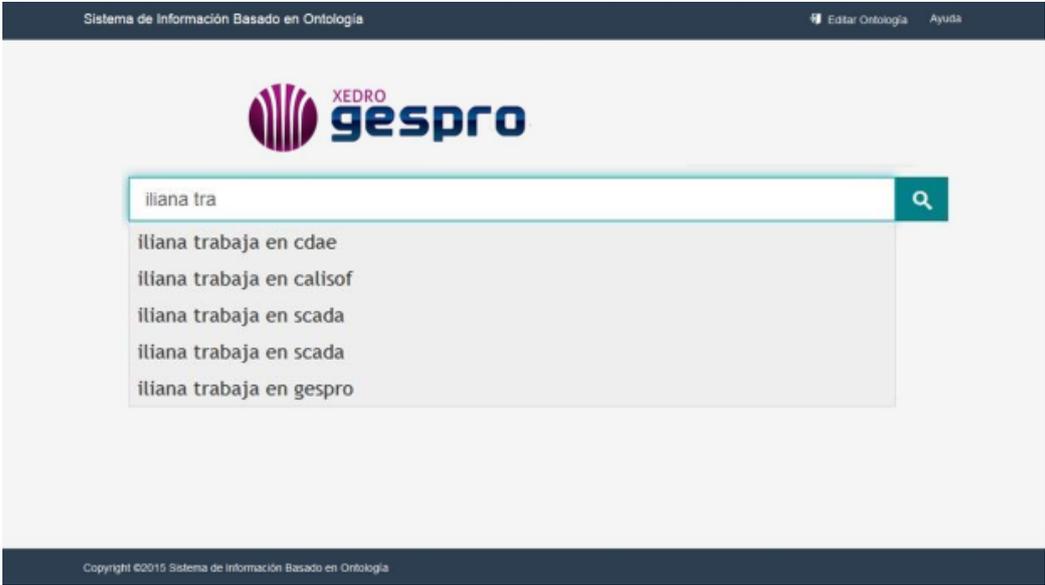


Figura 42 Interfaz de usuario

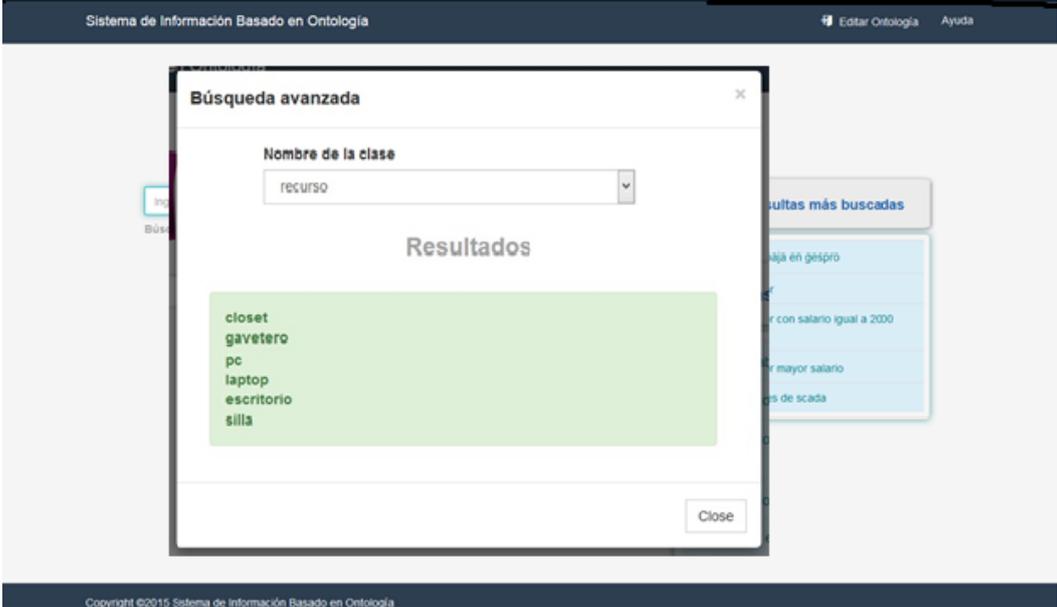


Figura 43 Búsqueda avanzada



Figura 44 Consultas más buscadas

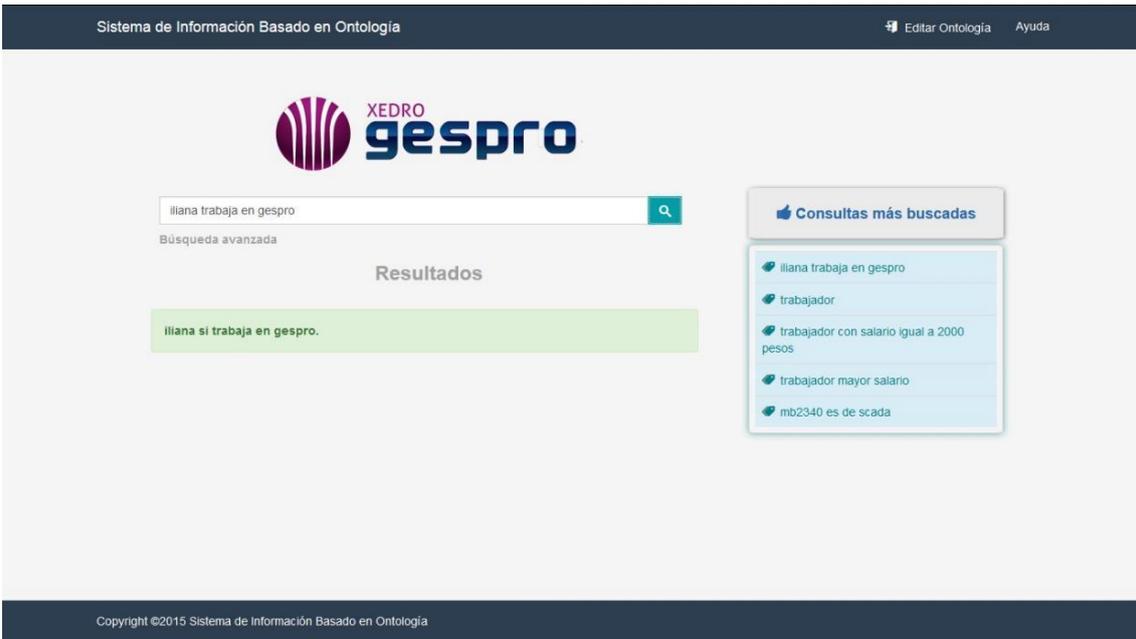


Figura 45 Resultado de una consulta

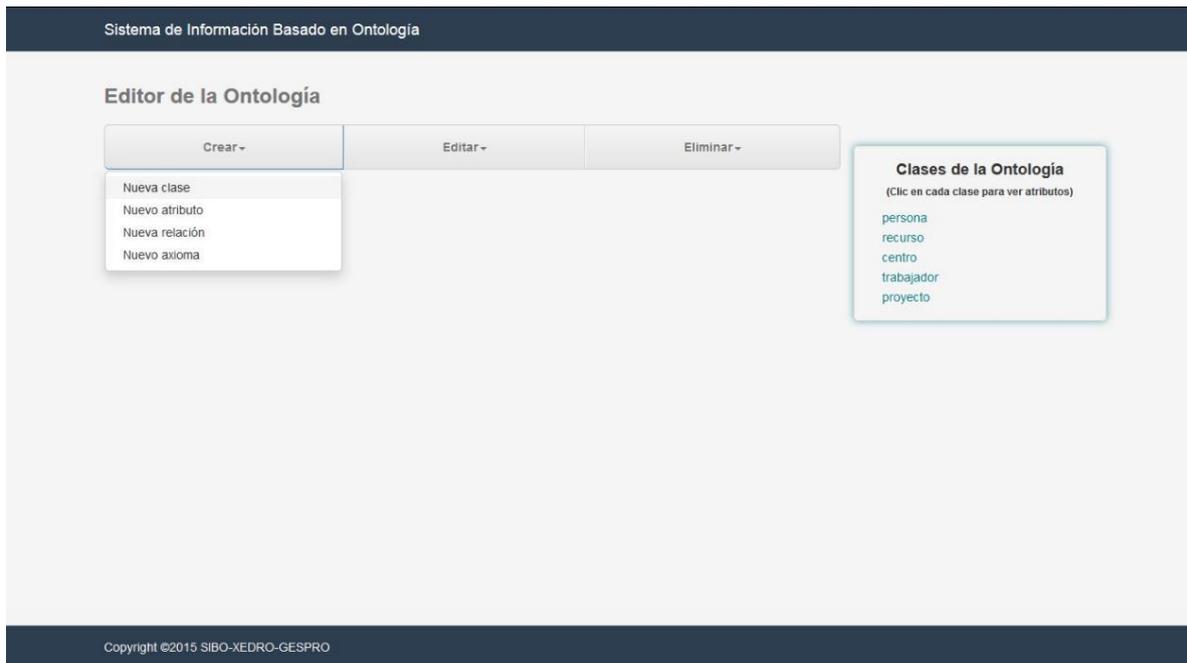


Figura 46 Editor de Ontología

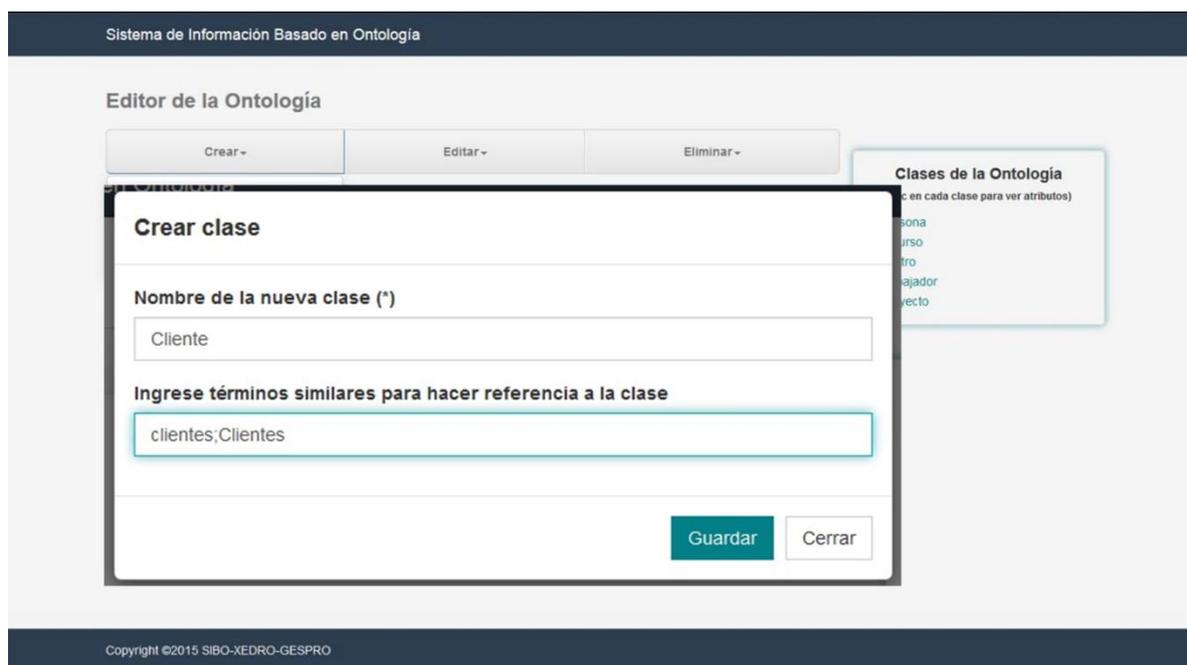


Figura 47 Editor de Ontología para crear una clase

#### d) Pruebas del Sistema de Información basado en Ontologías

Al culminar la implementación del sistema, es de vital importancia realizarle un conjunto de pruebas para comprobar su correcto funcionamiento antes de ponerlo a disposición de los usuarios finales. Probar constantemente el software permite reducir el número de errores y evitar efectos no deseados a la hora de realizar modificaciones y refactorizaciones.

La metodología XP divide las pruebas en dos grupos: pruebas unitarias, encargadas de verificar el código y diseñada por los programadores; y pruebas de aceptación estas garantizan que al finalizar las iteraciones se pueda conseguir las funcionalidades requerida por el cliente final.

### 1. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación son pruebas de caja negra definidas por el cliente para cada historia de usuario. Tienen como objetivo asegurar que las funcionalidades del Sistema cumplen con lo que se espera de ellas. En efecto, estas corresponden a una especie de documento de requerimientos en XP, ya que marcan el camino a seguir en cada iteración, indicándole al equipo de desarrollo hacia donde tiene que ir y en qué puntos o funcionalidades debe poner el mayor esfuerzo y atención(D. Malfará, Cukerman, Cócaro, Cassinelli, & Séttimo, 2010).

Se presenta a continuación el diseño de los casos de pruebas:

**Tabla 57 Caso de prueba de aceptación #1**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU1_P1	<b>Historia de usuario:</b> 1
<b>Nombre:</b> Visualizar las consultas más buscadas.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de visualizar las consultas más buscadas.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Al menos una consulta en lenguaje natural insertada en la base de datos. Base de datos conectada.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> Obtener de la base de datos las 5 consultas más buscadas.	
<b>Resultado esperado:</b> Visualizar las 5 consultas más buscadas en su área correspondiente.	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 58 Caso de prueba de aceptación #2**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU1_P2	<b>Historia de usuario:</b> 1
<b>Nombre:</b> Visualizar las consultas más buscadas.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de visualizar las consultas más buscadas.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Ninguna consulta en lenguaje natural insertada en la base de datos. Base de datos conectada.	

<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> Obtener de la base de datos las 5 consultas más buscadas.
<b>Resultado esperado:</b> Visualizar el área de consultas más buscadas con el mensaje: No hay consultas en la base de datos.
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.

Tabla 59 Caso de prueba de aceptación #3

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU2_P1	<b>Historia de usuario:</b> 2
<b>Nombre:</b> Autocompletar.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de autocompletar las consultas.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Al menos una consulta en lenguaje natural insertada en la base de datos cuyo caracteres sean igual al entrado en el campo de búsqueda. Base de datos conectada.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> Un carácter o una cadena de caracteres.	
<b>Resultado esperado:</b> Autocompletar con las consultas más parecidas a lo entrado en el campo de búsqueda.	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

Tabla 60 Caso de prueba de aceptación #4

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU3_P1	<b>Historia de usuario:</b> 3
<b>Nombre:</b> Encuestar, según modelo 1.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de encuestar el sistema según modelo de preguntas #1.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Ontología cargada. Base de datos conectada.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> individuoY+operador+individuoX	
Debe cumplirse las siguientes condiciones:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener los 3 parámetros antes definidos y el operador existente en la Ontología.</li> <li>2. Clase de individuoX y la Clase de individuoY deben pertenecer a la Ontología.</li> <li>3. Clase de individuoY relacionada con Clase de individuoX por el operador.</li> <li>4. IndividuoY es debe estar representado por un atributo identificativo de la clase Y.</li> <li>5. IndividuoX es individuo de un atributo identificativo de la clase X.</li> </ol>	
Ejemplo de pregunta: Iliana pertenece al Gespro.	

<b>Resultado esperado:</b> Iliana si pertenece al Gespro
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.

**Tabla 61 Caso de prueba de aceptación #5**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU3_P2	<b>Historia de usuario:</b> 3
<b>Nombre:</b> Encuestar, según modelo 1.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de encuestar el sistema según modelo de preguntas #1.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Ontología cargada. Base de datos conectada.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> individuoY+operador+individuoX	
Que al menos se cumpla una de las siguientes condiciones:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No existe elementoY para una claseY o no existe elementoX para una claseX.</li> <li>2. Si las clases de esos elementos no se relacionan en la Ontología.</li> <li>3. Si aún relacionada las clases de dicho elementos en la Ontología los mismos no se encuentra la relación entre sí.</li> </ol>	
Ejemplo de pregunta: Iliana pertenece al cdae, pepe es de cdae, Iliana es pc	
<b>Resultado esperado:</b> Según el caso:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Notificar de la no existencia de ese elemento en la base de datos. Respuesta: pepe no es un Trabajador.</li> <li>2. Notificar de la no existencia de la relación entre las clases de esos elementos. Respuesta: No existe relación es entre las clases Trabajador y Recurso.</li> <li>3. Notificar de la no existencia de la relación entre los elementos. Respuesta: Iliana no pertenece al cdae.</li> </ol>	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 62 Caso de prueba de aceptación #6**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU3_P3	<b>Historia de usuario:</b> 3
<b>Nombre:</b> Encuestar, según modelo 2.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de encuestar el sistema según modelo de preguntas #2.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Ontología cargada. Base de datos conectada.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> clase X < o > atributo Y donde $X \exists Y$	
Debe cumplirse las siguientes condiciones:	

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener los 3 parámetros antes definidos y el operador ser: mayor o menor.</li> <li>2. ClaseX deben pertenecer a la Ontología.</li> <li>3. atributoY debe ser de tipo no identificativo.</li> <li>4. atributoY pertenece a la ClaseX.</li> </ol> <p>Ejemplo de pregunta: Trabajador de mayor salario</p>
<p><b>Resultado esperado:</b></p> <p>Lista de trabajadores con mayor salario. Ejemplo:</p> <p style="padding-left: 40px;">Iliana</p> <p style="padding-left: 40px;">Pedro</p>
<p><b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria</p>

**Tabla 63 Caso de prueba de aceptación #7**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU3_P4	<b>Historia de usuario:</b> 3
<b>Nombre:</b> Encuestar, según modelo 2.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de encuestar el sistema según modelo de preguntas #2.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Ontología cargada. Base de datos conectada.	
<p><b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> clase X &lt; o &gt; atributo Y donde <math>X \ni Y</math></p> <p>Que al menos se cumpla una de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ClaseX no pertenecer a la Ontología.</li> <li>2. atributoY no es de tipo no identificativo.</li> <li>3. atributoY no pertenece a la ClaseX.</li> </ol>	
<p><b>Resultado esperado: según el caso:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Notificar de la no existencia de la ClaseX. La clase X no existe en la Ontología.</li> <li>2. Notificar el error del atributoY. El tributo Y posee un error.</li> <li>3. Notificar de la no existencia de ese atributoY en la ClaseX. La clase X no posee el atributo Y.</li> </ol>	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 64 Caso de prueba de aceptación #8**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>
-------------------------------------

<b>Código:</b> HU3_P5	<b>Historia de usuario:</b> 3
<b>Nombre:</b> Encuestar, según modelo 3.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de encuestar el sistema según modelo de preguntas #3.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Ontología cargada. Base de datos conectada.	
<p><b>Entradas/Pasos de ejecución:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. todo conjunto X o</li> <li>2. conjunto X, atributo Y &lt; o &gt; valor Z donde <math>X \ni Y</math></li> </ol> <p>Debe cumplirse las siguientes condiciones para el #1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener 1 parámetro.</li> <li>2. ClaseX deben pertenecer a la Ontología.</li> </ol> <p>Ejemplo de pregunta: Recurso</p> <p>Debe cumplirse las siguientes condiciones para el #2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener los 4 parámetros antes definidos y el operador ser: igual o mayor o menor.</li> <li>2. AtributoY pertenece a la ClaseX.</li> <li>3. atributoY debe ser de tipo no identificativo.</li> </ol> <p>Ejemplo de pregunta: Trabajador con salario igual a 2000 pesos</p>	
<p><b>Resultado esperado:</b></p> <p>Lista de los recursos. Ejemplo:</p> <p>Pc</p> <p>Silla</p> <p>Escritorio</p> <p>Lista de trabajadores con salario igual a 2000 pesos. Ejemplo:</p> <p>Alina</p> <p>Jose</p>	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

Tabla 65 Caso de prueba de aceptación #9

Caso de prueba de aceptación

<b>Código:</b> HU3_P6	<b>Historia de usuario:</b> 3
<b>Nombre:</b> Encuestar, según modelo 3.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de encuestar el sistema según modelo de preguntas #3.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Ontología cargada. Base de datos conectada.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. todo conjunto X</li> <li>2. conjunto X, atributo Y &lt; o &gt; valor Z donde <math>X \ni Y</math></li> </ol> <p>Que al menos se cumpla una de las siguientes condiciones para el #1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ClaseX no pertenece a la Ontología.</li> </ol> <p>Que al menos se cumpla una de las siguientes condiciones para el #2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ClaseX no pertenece a la Ontología.</li> <li>2. atributoY no es del tipo no-identificativo.</li> <li>3. atributoY no pertenece a la ClaseX.</li> </ol>	
<b>Resultado esperado:</b> Según el caso: <p>Para 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Notificar de la no existencia de la claseX. La clase X no existe en la Ontología.</li> </ol> <p>Para 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Notificar de la no existencia de la claseX. La clase X no existe en la Ontología.</li> <li>2. Notificar el error del atributoY. El tributo Y posee un error.</li> <li>3. Notificar de la no existencia de ese atributoY en la clase X. La clase X no posee el atributo Y</li> </ol>	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 66 Caso de prueba de aceptación #10**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> V1_P1	<b>Validar</b>
<b>Nombre:</b> Validar campo de búsqueda.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la validación del campo de búsqueda	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Servidor y JavaScript activados.	

<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>	
Nombre de la nueva clase	
(Vacío)	
<b>Resultado esperado:</b> El campo está vacío.	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 67 Caso de prueba de aceptación #11**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU5_P1	<b>Historia de usuario:</b> 5
<b>Nombre:</b> Validar autenticación.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de autenticar administrador de Ontología.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> usuario y contraseña correctos.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> El usuario introduce los datos correctos en los campos usuario y contraseña.	
<b>Resultado esperado:</b> Acceso a la interfaz de administración de Ontología.	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 68 Caso de prueba de aceptación #12**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU5_P2	<b>Historia de usuario:</b> 5
<b>Nombre:</b> Validar autenticación.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de autenticar administrador de Ontología.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Campos de contraseña y usuario incorrectos o vacíos.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> Debe cumplirse una de las siguientes condiciones:	
Usuario	Contraseña
Vacío	Vacío
(incorrecto)	Vacío
Vacío	(incorrecto)
(incorrecto)	(incorrecto)

<p><b>Resultado esperado:</b></p> <p>Puede ser una de estas dos respuestas según el caso.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El campo usuario o contraseña están vacíos.</li> <li>2. Campos inválidos.</li> </ol>
<p><b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.</p>

**Tabla 69 Caso de prueba de aceptación #13**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU6_P1	<b>Historia de usuario:</b> 6
<b>Nombre:</b> Validar insertar clase.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar una nueva clase a la Ontología.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Campo Nombre de la nueva clase no esté vacío.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>	
Nombre de la nueva clase	Ingrese términos similares para hacer referencia a la clase
Trabajador	(Vacío)
Trabajador	Miembro; Empleado
<b>Resultado esperado:</b> Se adicionó correctamente la clase.	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 70 Caso de prueba de aceptación #14**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU6_P2	<b>Historia de usuario:</b> 6
<b>Nombre:</b> Validar insertar clase.	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar una nueva clase a la Ontología.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Campo Nombre de la nueva clase vacío.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>	
Nombre de la nueva clase	
(Vacío)	

<b>Resultado esperado:</b> Disculpe, campo vacío.
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.

**Tabla 71 Caso de prueba de aceptación #15**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>		
<b>Código:</b> HU6_P3	<b>Historia de usuario:</b> 6	
<b>Nombre:</b> Validar insertar relación.		
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar una relación a la Ontología.		
<b>Condiciones de ejecución:</b> Campo Nombre de la relación no esté vacío.		
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>		
Desde	Nombre de la relación	Hasta
N/A	Es	N/A
<b>Resultado esperado:</b> Se adicionó correctamente la relación.		
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.		

**Tabla 72 Caso de prueba de aceptación #16**

<b>Caso de prueba de aceptación</b>		
<b>Código:</b> HU6_P4	<b>Historia de usuario:</b> 6	
<b>Nombre:</b> Validar insertar relación,		
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar una relación a la Ontología.		
<b>Condiciones de ejecución:</b> Campo Nombre de la relación vacío.		
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>		
Desde	Nombre de la relación	Hasta
N/A	(Vacío)	N/A
<b>Resultado esperado:</b> Disculpe, campo vacío.		
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.		

Tabla 73 Caso de prueba de aceptación #17

<b>Caso de prueba de aceptación</b>		
<b>Código:</b> HU6_P5	<b>Historia de usuario:</b> 6	
<b>Nombre:</b> Validar insertar atributo		
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar un atributo a la Ontología.		
<b>Condiciones de ejecución:</b> Campos no vacíos.		
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>		
Nombre del nuevo atributo	Tabla de referencia en Base de Datos	Atributo de referencia en Base de Datos
Nombre	Proyecto	name
<b>Resultado esperado:</b> Se adicionó correctamente el atributo.		
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.		

Tabla 74 Caso de prueba de aceptación #18

<b>Caso de prueba de aceptación</b>		
<b>Código:</b> HU6_P6	<b>Historia de usuario:</b> 6	
<b>Nombre:</b> Validar insertar atributo		
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar un atributo a la Ontología.		
<b>Condiciones de ejecución:</b> Exista al menos un campo vacío.		
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b> Debe cumplirse una de las siguientes condiciones:		
Nombre atributo	Clase equivalente en BD	Atributo equivalente en BD
(Vacío)	(Vacío)	(Vacío)
(Vacío)	No (Vacío)	No (Vacío)
No (Vacío)	No (Vacío)	(Vacío)
No (Vacío)	(Vacío)	No (Vacío)
<b>Resultado esperado:</b> Disculpe, campo vacío.		
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.		

Tabla 75 Caso de prueba de aceptación #19

<b>Caso de prueba de aceptación</b>			
<b>Código:</b> HU6_P7	<b>Historia de usuario:</b> 6		
<b>Nombre:</b> Validar insertar axioma			
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar un axioma a la Ontología.			
<b>Condiciones de ejecución:</b> El campo Axioma no esté vacío.			
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>			
<table border="1"> <tr> <td>Axioma</td> </tr> <tr> <td>Trabajador con experiencia &lt;8 años es EspecialistaA</td> </tr> </table>		Axioma	Trabajador con experiencia <8 años es EspecialistaA
Axioma			
Trabajador con experiencia <8 años es EspecialistaA			
<b>Resultado esperado:</b> Se adicionó correctamente el axioma.			
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.			

Tabla 76 Caso de prueba de aceptación #20

<b>Caso de prueba de aceptación</b>			
<b>Código:</b> HU6_P8	<b>Historia de usuario:</b> 6		
<b>Nombre:</b> Validar insertar axioma			
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de insertar un axioma a la Ontología.			
<b>Condiciones de ejecución:</b> El campo Axioma vacío.			
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>			
<table border="1"> <tr> <td>Axioma</td> </tr> <tr> <td>(Vacío)</td> </tr> </table>		Axioma	(Vacío)
Axioma			
(Vacío)			
<b>Resultado esperado:</b> Disculpe, campo vacío.			
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.			

Tabla 77 Caso de prueba de aceptación #21

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU6_P1	<b>Historia de usuario:</b> 6

<b>Nombre:</b> Validar editar clase	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de editar una clase a la Ontología.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El campo Nuevo nombre de clase no esté vacío.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>	
Seleccione la clase a editar	Nuevo nombre de clase
N/A	Proyecto
<b>Resultado esperado:</b> Se editó correctamente la clase.	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

Tabla 78 Caso de prueba de aceptación #22

<b>Caso de prueba de aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU6_P2	<b>Historia de usuario:</b> 6
<b>Nombre:</b> Validar editar clase	
<b>Descripción:</b> Prueba para la funcionalidad de editar una clase a la Ontología.	
<b>Condiciones de ejecución:</b> Campo de Nuevo nombre de clase vacío.	
<b>Entradas/Pasos de ejecución:</b>	
Seleccione la clase a editar	Nuevo nombre de clase
N/A	(Vacío)
<b>Resultado esperado:</b> Disculpe, campo vacío.	
<b>Evaluación:</b> Prueba satisfactoria.	

Tabla 79 Lista de chequeo #1 (Ocampo, 2011)

Características de restricciones de implementación por probar.	Ponderación de importancia 1(poco)- 5(fundamental)	Nivel de Cumplimiento(0-100)	Justificación
¿Se utilizó el lenguaje PHP?	5	100	Se utilizó lenguaje PHP, por ser un requisito establecido por el cliente

¿Se utilizó el gestor de BD PostgreSQL 9.1?	5	100	Se utilizó el gestor de base de datos PostgreSQL 9.1, por ser el que utiliza la base de datos del sistema Xedro Gespro.
---	---	-----	---

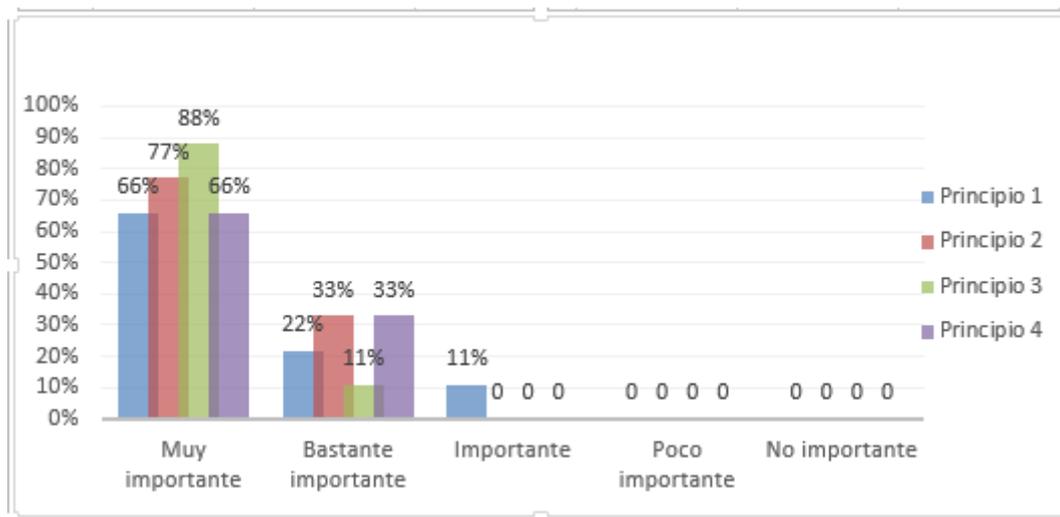
## IV 2 Validación de los resultados obtenidos

### IV 2.1 Resultados de la evaluación del Modelo MOSRI

Los grandes problemas en la evaluación de la calidad de los modelos están centrados en tres puntos: escasa participación de los usuarios en su evaluación, falsa evaluación de sus componentes, unidimensionalidad de la evaluación (Leiva, 2009). Estos problemas han dado como resultado evaluaciones parciales de la calidad de los modelos y por ende un análisis erróneo de los mismos. En esta tesis se parte del precepto de que el Modelo se evalúa desde su concepción teórica hasta su posición pragmática (puesta en marcha), por tanto, se tendrá en cuenta para la evaluación de MOSRI ambos criterios.

A continuación serán presentados los resultados obtenidos a partir de la evaluación del Modelo general por los expertos, desde su concepción teórica, a partir de las respuestas obtenidas en varias secciones del cuestionario 7, anexo 8.

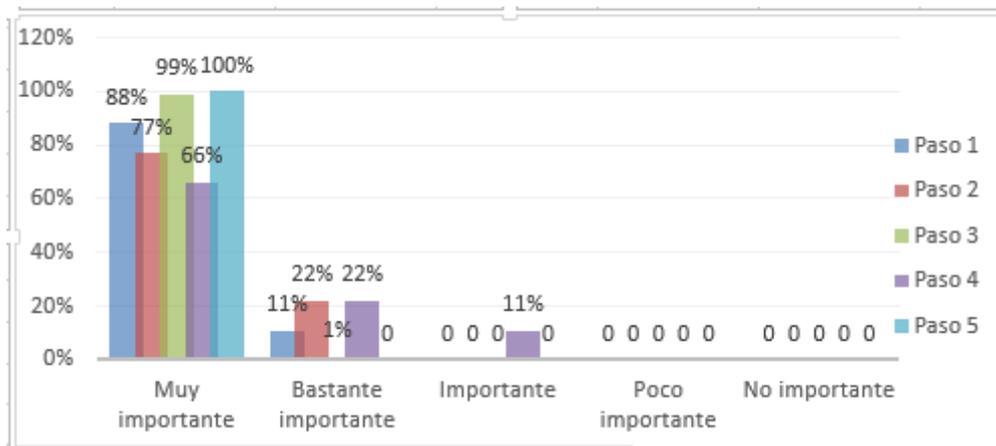
La sección I tuvo que ver con la presentación del Modelo. De esta manera se dio a conocer su objetivo fundamental, sus características generales a partir de cada uno de sus pasos o procesos, los principios que fueron tenidos en cuenta para su propuesta, así como los resultados esperados del mismo. De manera general como resultado de la sección I se obtuvo una buena aceptación por parte de los participantes, quienes estuvieron todo el tiempo motivados y con grandes expectativas en cuanto al Modelo. Como apoyo a este proceso de evaluación en la sección II los expertos expresaron sus criterios sobre la importancia de los principios que fueron tenidos en cuenta, a partir de los indicadores: muy importante, bastante importante, importante, poco importante y no importante, obteniéndose como resultados los que se muestran en la Figura 48:



**Figura 48 Evaluación de los principios del Modelo**

En la Figura 48 se muestran que los 4 principios: 1- (El modelo presenta un carácter sistémico, se construyó sobre la base del método sistémico-estructural-funcional, posibilita comprender la organización, la planificación y la ejecución del proceso de creación de un Sistema basado en Ontologías), 2- (posee un carácter teórico-metodológico, representa la relación interna de sus componentes y subcomponentes, propicia la orientación de construir un sistema de recuperación de información, y ordena la secuencia lógica de las indicaciones metodológicas para organizar, planificar y construir), 3- (Posee un carácter flexible siendo una propuesta genérica, válida para cualquier temática relacionada con los Sistemas de recuperación de información basados en Ontologías, garantiza su singularidad, factibilidad y pertinencia), 4- (El enfoque holístico del modelo está dado en la concepción del mismo como un todo, como un proceso general que emerge a los componentes pero que a la vez se retroalimenta de ellos. Sin esta consideración el modelo se hace disfuncional), se consideran muy importantes, siéndoles asignados altos valores. El principio 3 fue el más valorado con un 88%. Este principio está relacionado con el carácter flexible y genérico, lo cual significa que el Modelo es aplicable para cualquier temática relacionada con los Sistemas de recuperación de información basados en Ontologías, lo que garantiza su singularidad, factibilidad y pertinencia. De manera general se observa que en ninguno de los casos fueron evaluados como poco importante y no importante, lo que demuestra la destacada valoración del Modelo para los evaluadores.

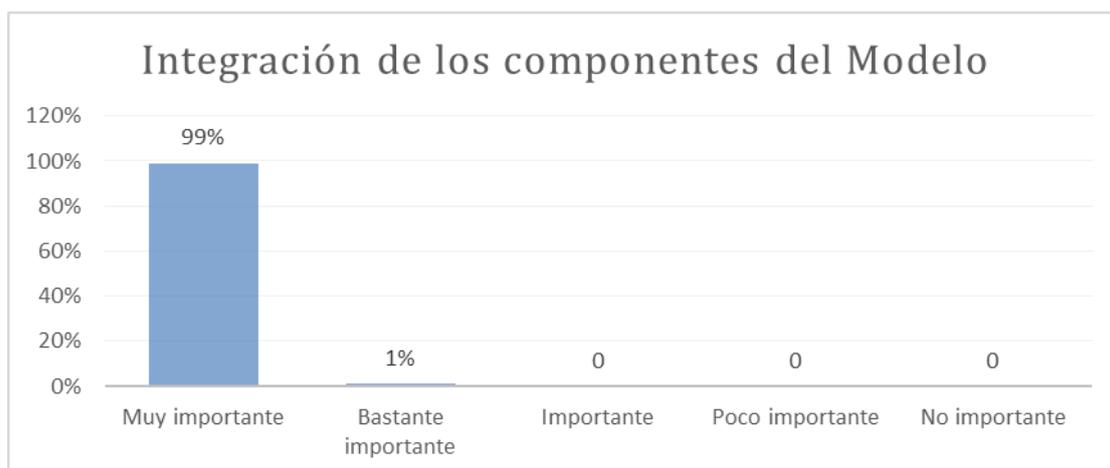
La Sección III estuvo relacionada con los cinco pasos o procesos del Modelo. En la Figura 49 a continuación, se muestran los valores alcanzados en cada uno de los pasos o procesos propuestos en el Modelo a partir de la evaluación emitida por los expertos, que se ha medido a partir de los indicadores muy importante, bastante importante, importante, poco importante y no importante.



**Figura 49 Evaluación de los pasos o procesos del Modelo en su concepción teórica**

De manera general la figura muestra una buena aceptación de los pasos o procesos propuestos en el Modelo por parte de los expertos. En ninguno de los casos se obtuvieron resultados medidos como poco importantes o no importantes, lo cual demuestra la importancia de los pasos o procesos concebidos en el Modelo para los encuestados. Los pasos 1, 3 y 5 relacionados con el análisis del dominio, la conceptualización del dominio y la interfaz de usuario, fueron los que mayores valores alcanzaron, para un 88%, 99% y 100% respectivamente. El paso 4 relacionado con la formalización fue el único evaluado de importante con un 11%.

La Sección IV estuvo dirigida a conocer la opinión de los expertos sobre la integración de los componentes del Modelo. En la Figura 50 son mostrados los resultados alcanzados a partir de los indicadores: muy importante, bastante importante, importante, poco importante y no importante, al igual que en las secciones anteriores.



**Figura 50 Integración de los componentes del Modelo**

Se puede observar que el 99% afirmó la importancia a tener en cuenta en la integración de los componentes del Modelo, con sólo 1% expresándolo como bastante importante. También se debe

resaltar que en ningún caso fue evaluado como importante, poco importante o no importante. Esto demuestra la alta valoración concedida a la Integración de los componentes del Modelo.

#### IV 2.2 Resultados de la Evaluación de la Ontología

Las Ontologías cuentan con varios mecanismos y fases para ser construidas, así como múltiples proyectos y publicaciones que avalan la validez de todas las metodologías propuestas. En general, de todas ellas se puede concluir lo mismo: no hay un único camino para construir una Ontología, pero el producto resultante debe ser consecuente con los orígenes que lo propiciaron.

Con el objetivo de evaluar la recuperación de la información por medio de la Ontología se decidió aplicar un test de usabilidad localizando en la Ontología los elementos mediante preguntas. Las preguntas realizadas a la Ontología fueron del tipo: Los miembros de un proyecto x, rol de algún miembro de un proyecto especificado, estado de un proyecto especificado, materiales de un proyecto específico, riesgos de un proyecto especificado, artefacto generado por un proyecto especificado.

El resultado de la aplicación del test se llevó a una escala de valores porcentuales. Cada evaluador realizó la búsqueda 3 veces y anotó las veces que recuperó la información requerida. En la Figura 51 se muestran los resultados obtenidos del test de evaluación. En tal caso el 100% de los evaluadores expresó haber recuperado en todas las ocasiones la información encuestada a la Ontología, lo cual fue realizado en un ambiente controlado donde las preguntas estuvieron en correspondencia con los modelos de preguntas diseñados previamente para el procesamiento de las consultas en lenguaje natural en una primera versión de la Ontología. Esto demuestra un alto nivel de confiabilidad de la información estructurada que recoge la Ontología de acuerdo a la adecuación de los requerimientos.



Figura 51 Nivel de respuesta a la información requerida a la Ontología

Siguiendo el Modelo de evaluación propuesto por Ramos (2009) para validar Ontologías, explicado en el apartado dedicado a la metodología, se obtuvieron los siguientes resultados:

### **Fase 1. Uso correcto del lenguaje**

El lenguaje utilizado se ajustó a los estándares para desarrollos ontológicos. Se hizo una revisión exhaustiva de la ortografía, y la terminología se contrastó con el Diccionario la Real Academia Española. Además se comprobó que cada término fuera representativo de la especialidad de Gestión de Proyecto, garantizando así un vocabulario expresivo del tema en cuestión y ajustado a los estándares lingüísticos.

### **Fase 2. Exactitud de la estructura taxonómica**

En esta fase no se encontraron inconsistencias en la taxonomía tales como: conceptos que no pertenecen a una clase en particular, ausencia de conceptos relevantes del dominio, clases e instancias con diferentes nombres pero definiciones similares o clases definidas como generalizaciones o especializaciones de sí mismas.

### **Fase 3. Validez del vocabulario.**

En cuanto a la validez del vocabulario según se explicó en la metodología se obtuvieron los siguientes resultados:

Teniendo en cuenta que CO-C es la cantidad de términos que se solapan entre la Ontología y el corpus, 29 son la cantidad de términos que solapan entre la taxonomía del PMBoK y la de la Ontología final y 16 son la cantidad de términos que solapan entre la taxonomía de la BD de proyectos terminados y la de la Ontología final, definiéndose como corpus del dominio los términos generados en la taxonomía del PMBoK y la taxonomía de la BD de proyectos terminados, como bien se explicó en el capítulo III, en el apartado dedicado a la evaluación de la Ontología. Por otra parte COnTo es la cantidad total de términos de la Ontología en común con las dos taxonomías, donde 13 son la cantidad de elementos en común entre la taxonomía del PMBoK y la de la DB de proyectos terminados, por tanto:

Precisión CO-C / COnTo:  $(29 + 16 - 13) / 32 = 1$ . Esto demuestra que el 100% de los términos existentes en la Ontología se encuentran en el corpus del dominio.

En cuanto a la exhaustividad: CO-C brinda el porcentaje de términos del corpus que aparecen en la Ontología con relación al total de términos en el corpus y CCorp representa la cantidad total de

términos del corpus donde 45 son la cantidad de términos de las dos taxonomías que aparecen en la Ontología y 69 la cantidad total de términos del corpus, por tanto:

Exhaustividad CO-C / CCorp:  $45/69 = 0.681$ . Esto demuestra que el 68% de los términos del corpus del dominio aparecen en la Ontología.

#### Fase 4. Adecuación a requerimientos

En la Figura 52 se muestra la respuesta de la herramienta Protégé a una pregunta realizada para encuestar la Ontología utilizando el lenguaje DLQuery, la pregunta es ¿Los miembros del Proyecto Capacitación a Estudiantes?

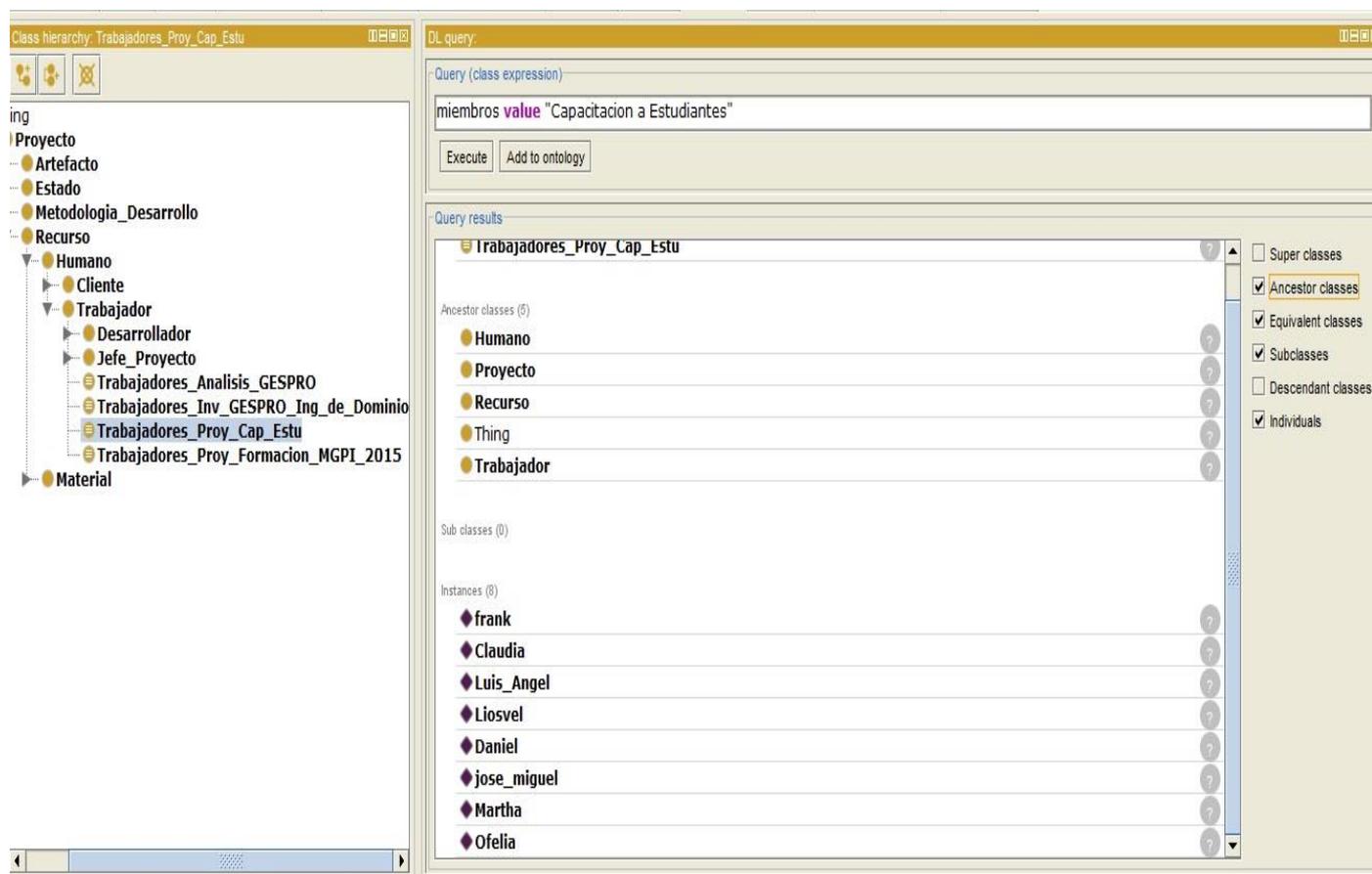
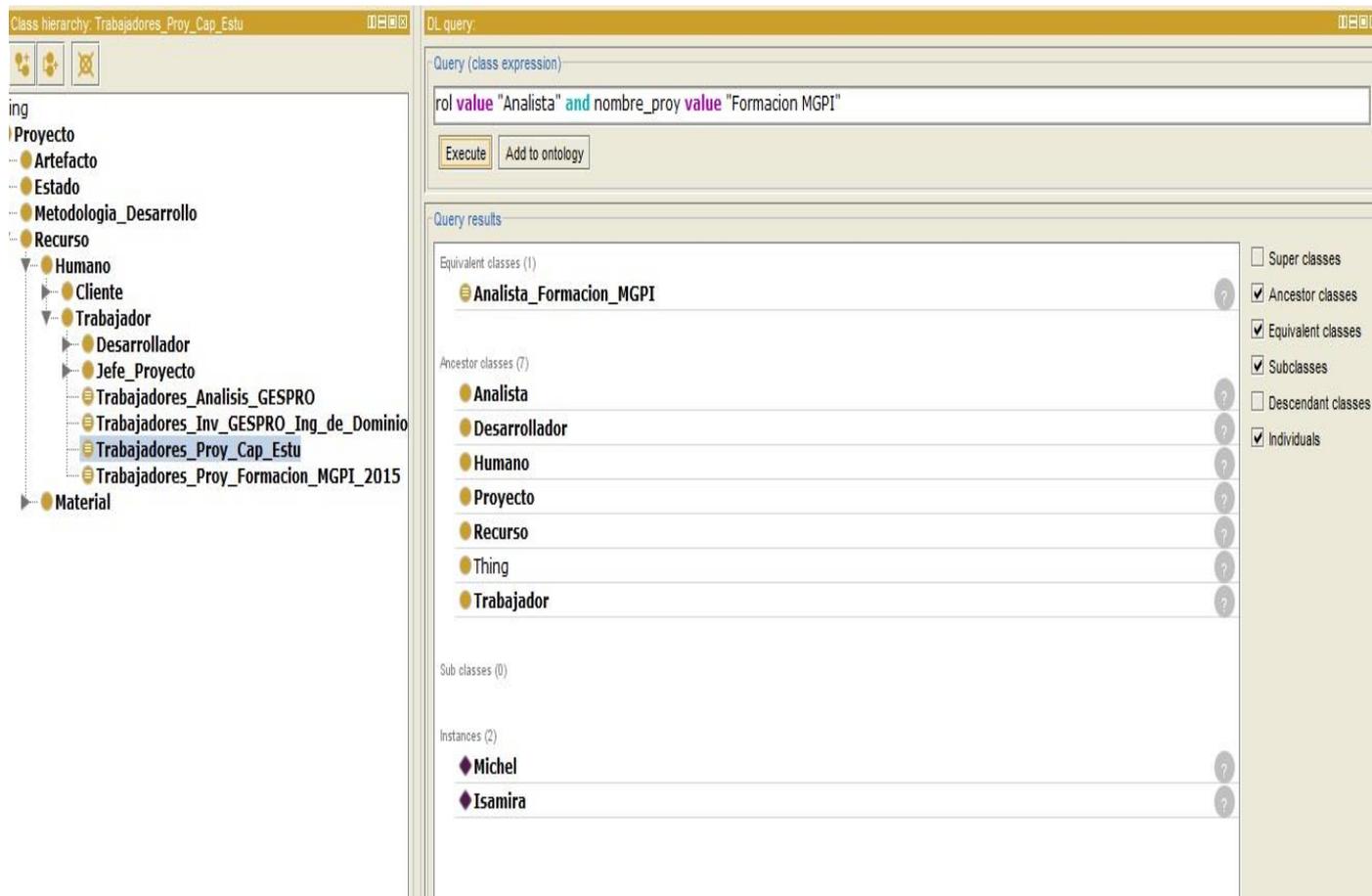


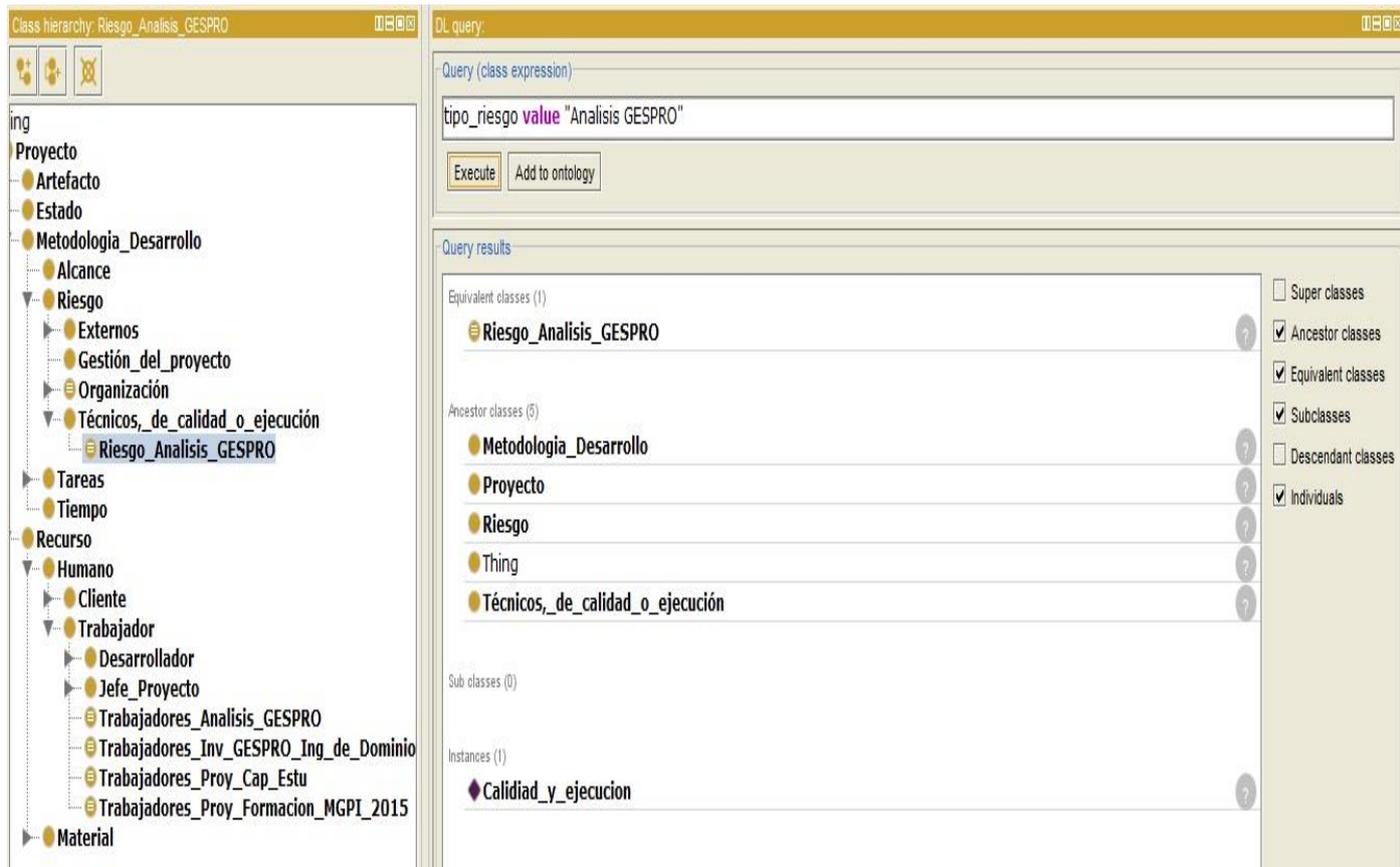
Figura 52 Pregunta realizada para encuestar la Ontología

En la Figura 53 se muestra la respuesta de la herramienta protégé a una pregunta realizada para encuestar la Ontología utilizando el lenguaje DLQuery, la pregunta es ¿rol de analista en el proyecto Formación MGPI 2015?



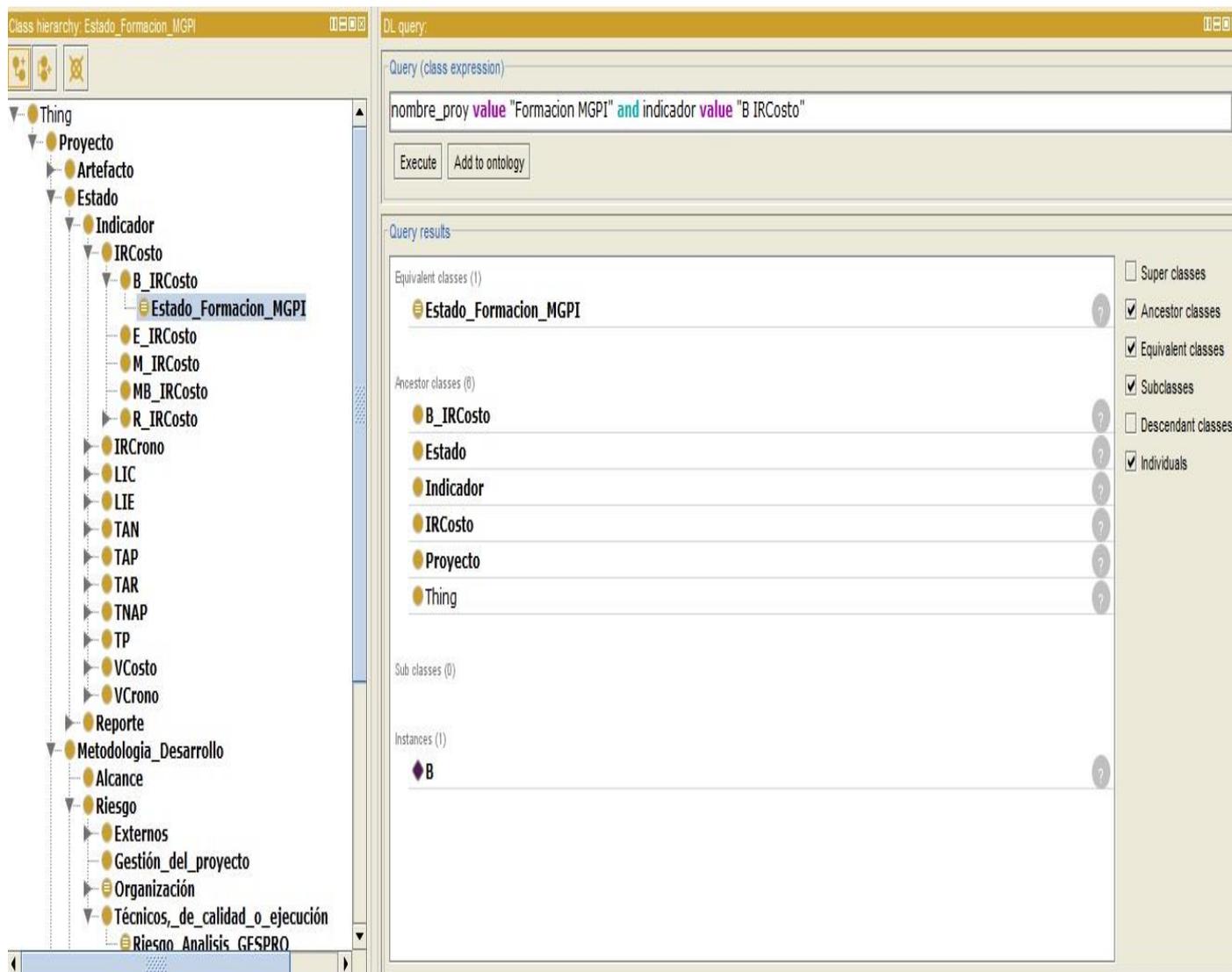
**Figura 53** Pregunta realizada para encuestar la Ontología

En la Figura 54 se muestra la respuesta de la herramienta protégé a una pregunta realizada para encuestar la Ontología utilizando el lenguaje DLQuery, la pregunta es ¿riesgos de un proyecto Análisis GESPRO?



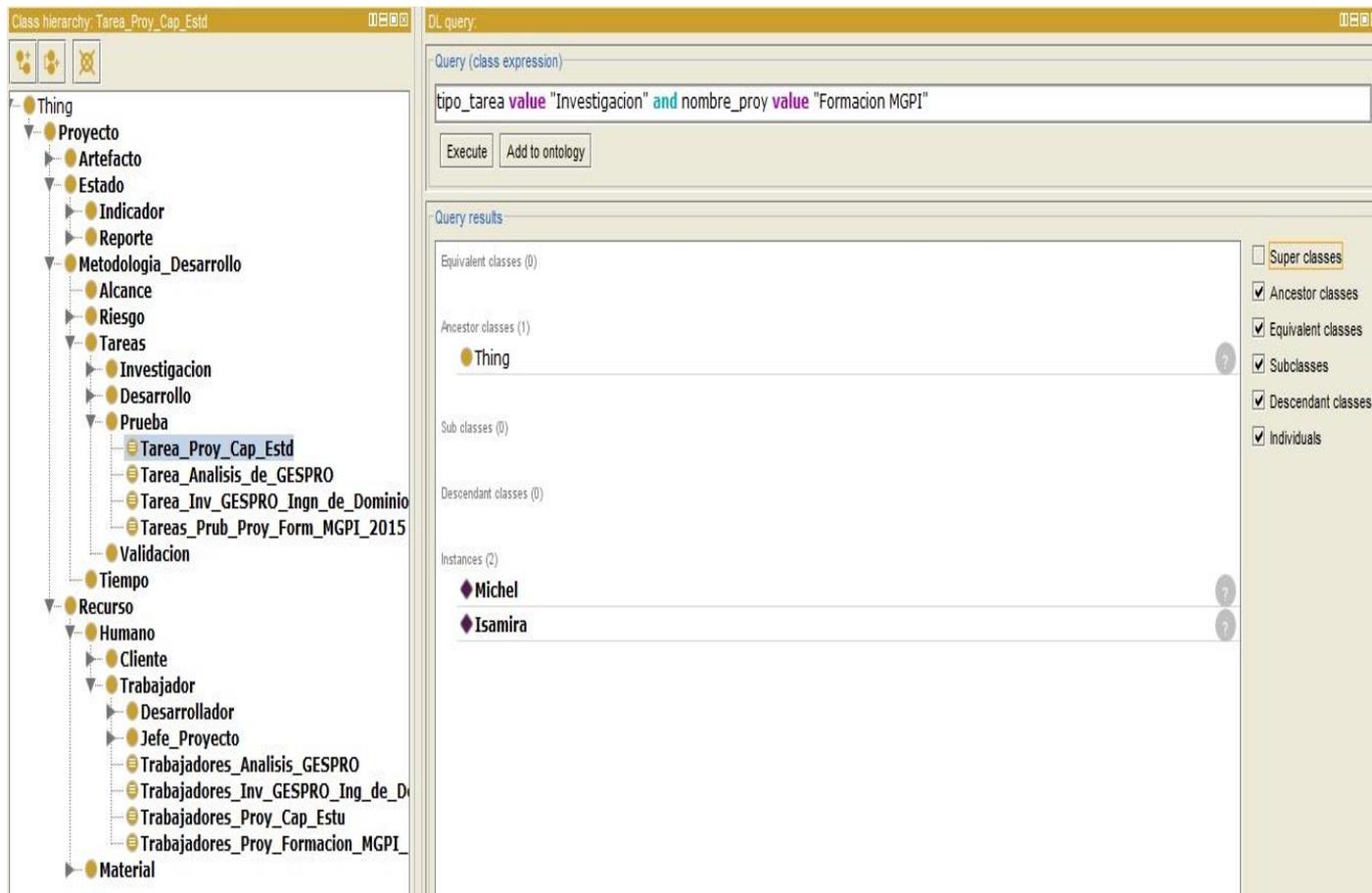
**Figura 54** Pregunta realizada para encuestar la Ontología

En la Figura 55 se muestra la respuesta de la herramienta protégé a una pregunta realizada para encuestar la Ontología utilizando el lenguaje DLQuery, la pregunta es ¿estado del proyecto Formación MGPI mediante el indicador IRCosto?



**Figura 55** Pregunta realizada para encuestar la Ontología

En la Figura 56 se muestra la respuesta de la herramienta protégé a una pregunta realizada para encuestar la Ontología utilizando el lenguaje DLQuery, la pregunta es ¿persona en la tarea de investigación del proyecto Formación MGPI?



**Figura 56 Pregunta realizada para encuestar la Ontología**

En la Figura 57 se muestra la respuesta de la herramienta protégé a una pregunta realizada para encuestar la Ontología utilizando el lenguaje DLQuery, la pregunta es ¿artefacto generado por el proyecto Investigación GESPRO Ingeniería de Dominio?

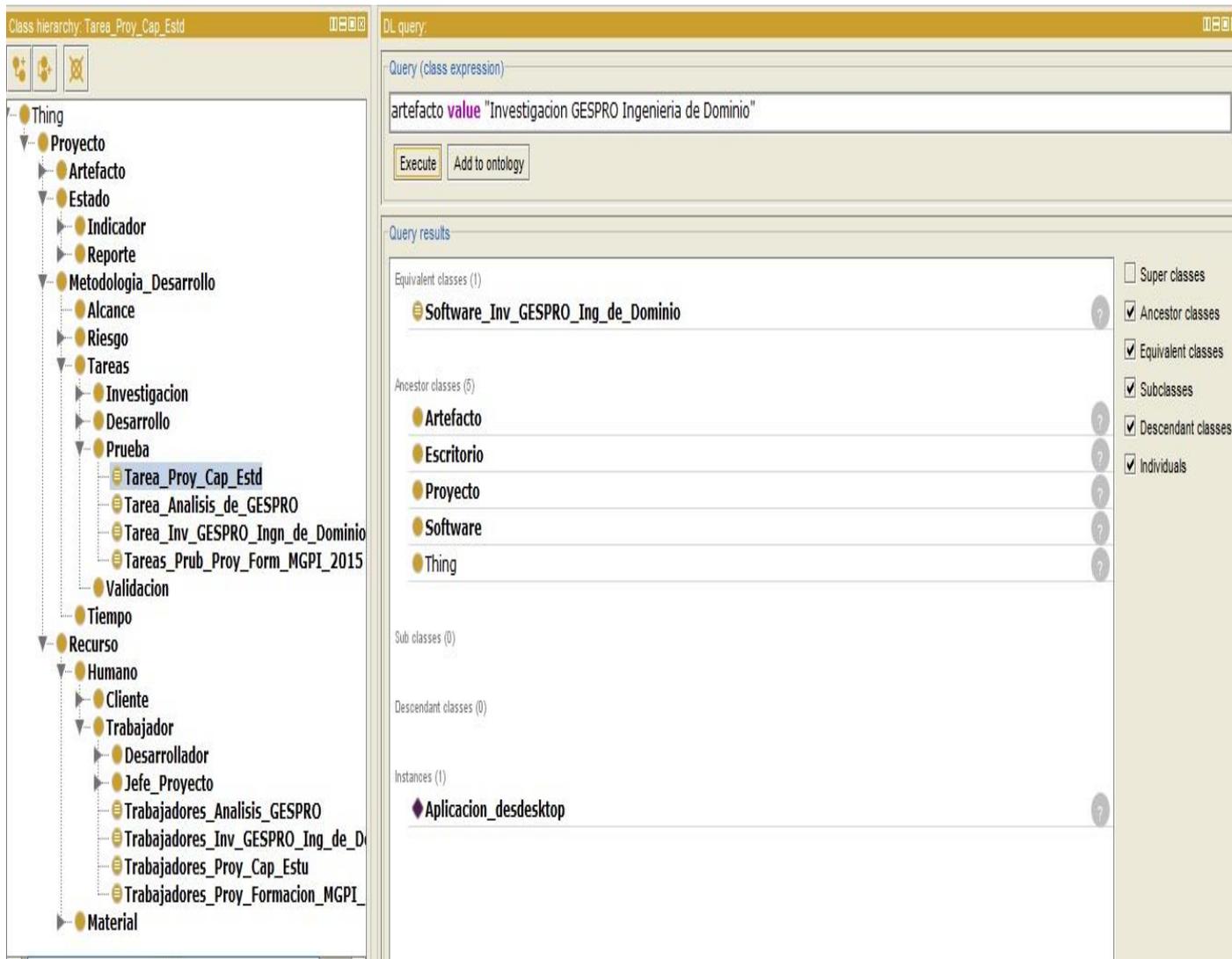


Figura 57 Pregunta realizada para encuestar la Ontología

En la Figura 58 se muestra la respuesta de la herramienta protégé a una pregunta realizada para encuestar la Ontología utilizando el lenguaje DLQuery, la pregunta es ¿equipo electrónico del proyecto Análisis GESPRO?

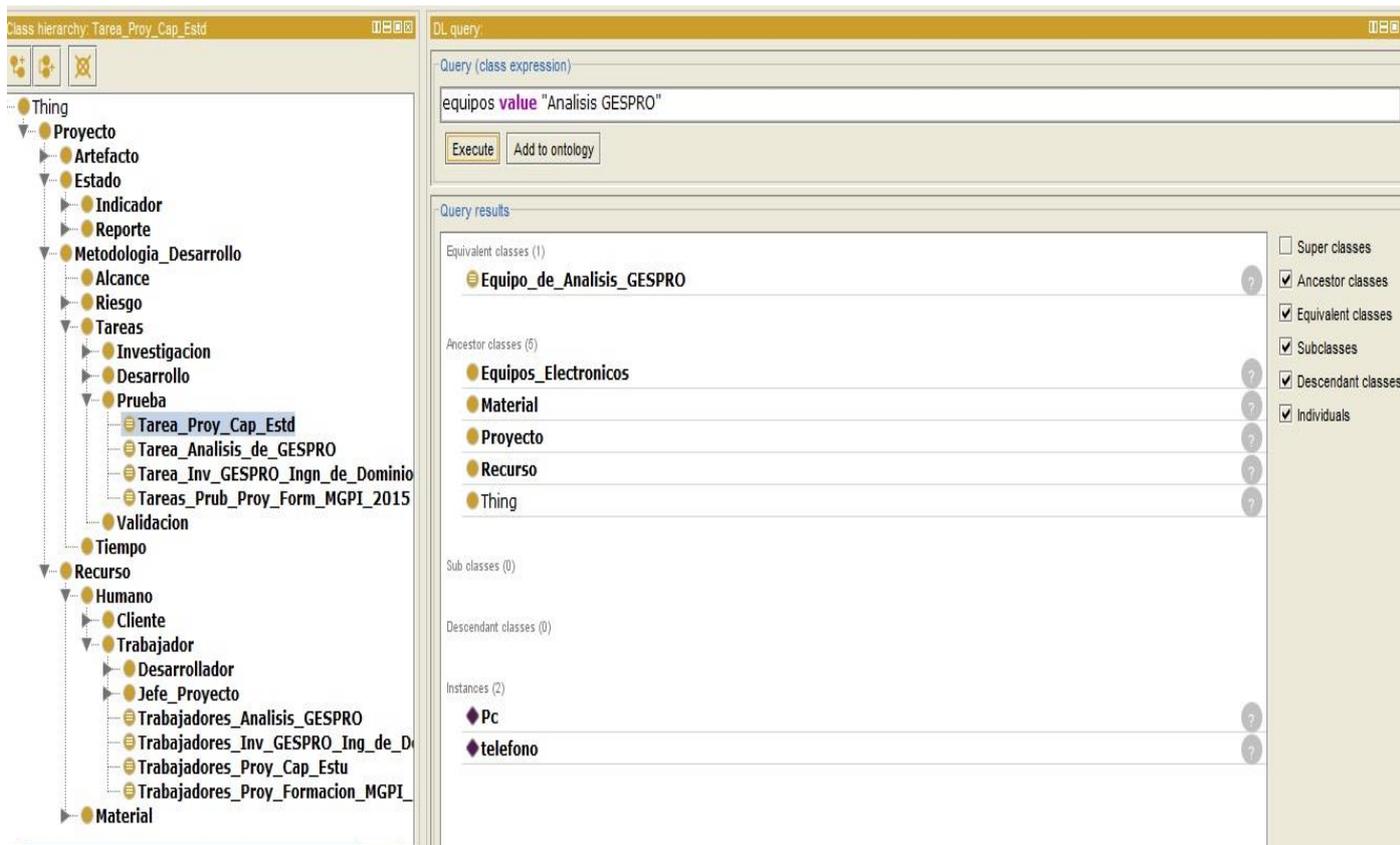
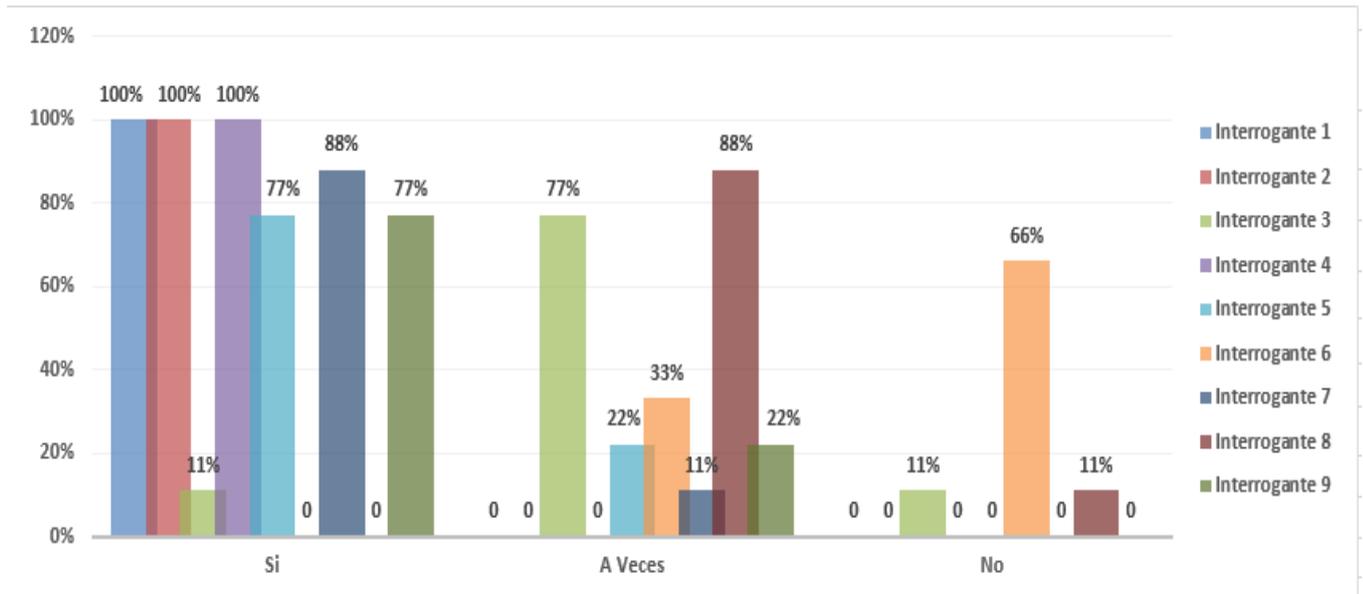


Figura 58 Pregunta realizada para encuestar la Ontología

#### IV 2.3 Resultados de la evaluación del Sistema de Información basado en Ontologías

Con el objetivo de evaluar la usabilidad del Sistema, se les pidió a los usuarios que analizaran una serie de preguntas y respondieran según acorde a su experiencia de interacción con el sistema. Las preguntas realizadas son las que se mencionan a continuación: 1- ¿El sistema de navegación permite al usuario la Recuperación efectiva de la Información?, 2- ¿Están declaradas en el sistema todas sus funcionalidades?, 3- ¿Puede controlar el sistema con facilidad?, 4- ¿El sistema expresa claramente el contenido?, 5- ¿Permite el sistema agregar nuevas bases del conocimiento?, 6- ¿Existe diferencia entre las interfaces de búsqueda y recuperación en el sistema?, 7- ¿Es accesible el sistema?, 8- ¿El sistema está hecho para la Prevención errores?, 9- ¿Posee el sistema claridad arquitectónica?. Los resultados pueden verse en el Gráfico 58.



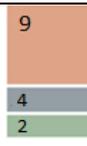
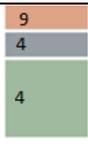
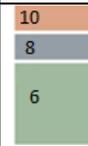
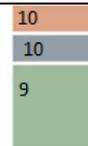
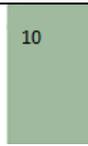
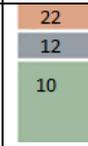
**Figura 59 Resultados de evaluación del Sistema**

En el gráfico anterior se muestra que el 100% de los usuarios coincide en que el Sistema permite la recuperación efectiva de la información y además expresan que están declaradas las funcionalidades. Con respecto a la interrogante 3 el 77% de los encuestados expresaron que podían controlar el sistema con facilidad. Esto es debido a que una parte de los usuarios tienen poco conocimiento para manejar el editor ontológico. Sobre si el sistema expresa claramente el contenido el 100% respondió afirmativamente. Referente a la pregunta 5, se obtuvo un 77% de aceptación. En correspondencia con la interrogante 6 el 66% de los encuestados expresó que no. Referente a la accesibilidad del Sistema se obtuvo un 88% de aceptación, al igual que a la pregunta de si el Sistema estaba hecho sobre la prevención de errores (88%), que afirmó como respuesta a veces, lo cual indica que habrá que mejorar la prevención de errores. Por último respecto a la interrogante 9 de si el Sistema presentaba claridad arquitectónica se obtuvo como resultado un 77% de resultados positivos, lo cual se identifica como un alto valor.

Como bien se explicó en el capítulo de materiales y métodos otra forma empleada para evaluar el Sistema fue a partir de las pruebas de aceptación para comprobar su correcto funcionamiento antes de ponerlo a disposición de los usuarios finales (ver 208). En todos los casos los resultados fueron satisfactorios, lo cual demuestra la fiabilidad del Sistema ante posibles errores.

**IV 2.3.1 Análisis de las pruebas de aceptación realizadas al Sistema de Información basado en Ontologías**

**Tabla 80 Resumen de los casos de pruebas de aceptación por iteración**

	Iteración 1	Iteración 1(final)	Iteración 2	Iteración 2	Iteración 2(final)	Iteración 3(final)	Iteración 4(final)
							
Pruebas escritas	9	9	10	10	10	22	22
Pruebas ejecutadas	4	4	8	10	10	10	22
Pruebas satisfactorias	2	4	6	9	10	10	22

En la tabla 78 se puede observar que hay una clara tendencia que indica que en cada iteración se incrementan los casos de pruebas escritos y ejecutados con respecto a la anterior. Durante las iteraciones se encontraron no conformidades, tanto de prioridad alta como de prioridad baja. Las no conformidades de prioridad alta fueron relacionadas con mal funcionamiento de validaciones y las bajas estuvieron relacionadas con la redacción en la aplicación, todas fueron resueltas por el desarrollador de la aplicación. Al culminar las iteraciones no se encontraron no conformidades, evaluándose de esta manera todos los casos de pruebas como satisfactorios. Las pruebas realizadas permiten comprobar que la solución funciona correctamente quedando satisfechos los requerimientos del cliente.

La utilización de la lista de chequeo fue una herramienta importante a la hora de evaluar los requerimientos de implementación y diseño, pues esto ayudó a centralizar las observaciones en aspectos que tenían que ver en forma directa con el lenguaje de programación y el gestor de base de datos usado.

**IV 3 Integración del SIBO en el Sistema Xedro Gespro**

Se logró la integración del SIBO en el Xedro Gespro lo cual permite:

- Recuperar la información almacenada en la Ontología a partir de los Modelos creados y conectar esta información con la base de datos del Sistema Xedro Gespro para su posterior recuperación.
- Lograr visualizar el SIBO desde el Sistema Xedro Gespro, lo cual permite trabajar en el SIBO desde la propia plataforma del Sistema Xedro Gespro.
- Comunicar y organizar la información manejada en las áreas de conocimiento según la estructura de la organización.
- Comunicar la información sobre la planificación y ejecución del tiempo, costo, alcance, calidad, logística, además del rendimiento de los recursos humanos en los proyectos.
- Informatizar la información de los resultados estadísticos de apoyo a la toma de decisiones, en los proyectos de la organización.
- Erradicar un alto nivel de la introducción de errores al tomar decisiones en el procesamiento de la información.

Para acceder al SIBO es necesario autenticarse en la herramienta Xedro Gespro y seleccionar el proyecto en el cual se desea trabajar. Luego en el menú del proyecto, ir a la sección Gestión documental, herramientas y dar clic en la etiqueta SIBO- Gespro.

La Figura 60 muestra una vista del Sistema de Información basado en Ontologías desde el Sistema Xedro Gespro:

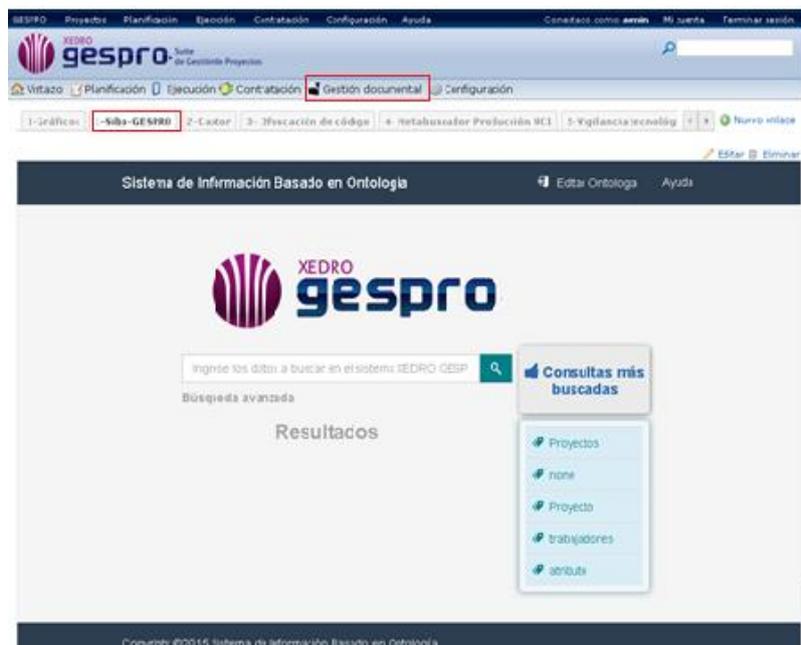


Figura 60 Sistema de Información basado en Ontologías desde el Xedro Gespro

### IV 3.1 Resultados de la aplicación del SIBO en la red de centros de la UCI

Luego de la aplicación de la propuesta del SIBO en el Sistema Xedro Gespro, en la red de centros de la UCI se realizó una encuesta teniendo en cuenta cuatro dimensiones para la gestión del conocimiento como apoyo a la toma de decisiones: disponibilidad de la información, calidad de la Información para la toma de decisiones, usabilidad de información disponible y satisfacción del decisor sobre la calidad de la información recuperada.

En el Figura 61 a continuación se muestra la representación del número de encuestados y los porcentajes que representan cada uno de ellos, según cargos que ocupan en los proyectos. Para ello se han seguido las indicaciones del apartado metodológico.

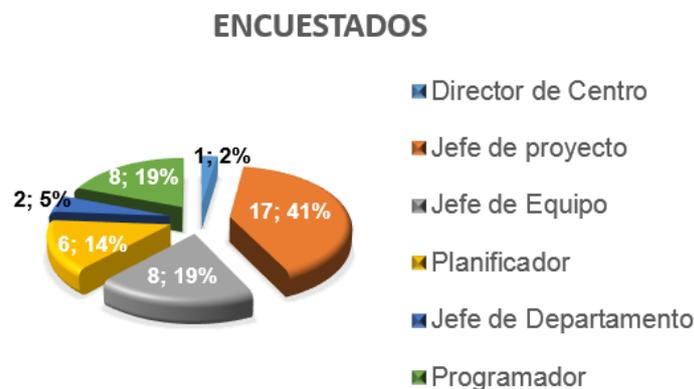


Figura 61 Representación en por cientos de los usuarios encuestados de la herramienta Xedro Gespro 13.05 después de introducir el SIBO

Los resultados alcanzados de la aplicación de la encuesta se evidencian en la Tabla 81 que se muestra a continuación:

Tabla 81 Resultados de la aplicación de la encuesta

Indicador a medir	Resultado	% Respecto al total
Tiempo de respuesta del sistema	Hasta 20 s.: [41]	Hasta 20 s.: [98 %]
	Entre 5 y 20 min.: [1]	Entre 5 y 20 min.: [2 %]
	Más de 1 h.: [0]	Más de 1h.: [0 %]
Calidad de la información	Alto [40] Medio [2] Bajo [0]	Alto [95 %] Medio [5 %] Bajo [0 %]
Tiempo para generar informes de estado de un proyecto especificado	Hasta 20 s.: [42]	Hasta 20 s.: [100 %]
	Entre 5 y 20 min.: [0]	Entre 5 y 20 min.: [0 %]
	Más de 1h.: [0]	Más de 1h.: [0 %]

Nivel de subjetividad	Alto [1] Medio [3] Bajo [38]	Alto [2 %] Medio [7 %] Bajo [90 %]
Nivel de satisfacción del decisor	Alto [35] Medio [5] Bajo [2]	Alto [83 %] Medio [12 %] Bajo [5 %]

Según los datos reflejados en la tabla anterior se puede apreciar como el resultado de los indicadores: calidad de la información y nivel de satisfacción del decisores, estuvo por encima del 80% de la puntuación, siendo estos resultados altos, según la escala definida en la introducción. Por otra parte, el indicador: nivel de subjetividad arrojó como resultado un porcentaje bajo, evidenciando un mayor nivel de objetividad en la información visualizada. Los indicadores medidores del tiempo arrojaron como resultado que se encuentran por encima del 95 % para la respuesta del sistema y generar informes de estado de proyectos por debajo de 20s.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

### V 1 Conclusiones

- En esta investigación se obtuvo un Modelo ontológico de Sistema de recuperación de la información (MOSRI) que se caracteriza por ser un Sistema de Información basado en Ontologías que se especializa por su eclecticismo, al no encontrar Modelos para el diseño y construcción de Sistemas basados en Ontología para el dominio Gestión de Proyectos que utilizó a su vez otros modelos ontológicos de características similares aunque estaban destinados a otras especialidades.
- El modelo propuesto permitió la obtención de nuevos conocimientos respecto a un dominio a través de sus características, propiedades, relaciones esenciales y funcionales. A partir de su construcción teórica, es un Modelo genérico aplicable a cualquier dominio de conocimiento como apoyo al proceso de toma de decisiones.
- Se aporta una metodología para la construcción de la Ontología que es el resultado de incorporar técnicas y métodos diversos, resultando ser enriquecedora para el diseño y creación del modelo ontológico.
- Se pudo diseñar y construir una Ontología que es el producto de la integración de diversas fuentes y metodologías que garantiza la representatividad y la eficacia de la misma para el entorno temático elegido, siendo extrapolable a otros dominios.
- La Ontología obtenida permite, por la disponibilidad del conocimiento almacenado, ofrece los mecanismos necesarios para organizar, almacenar y acceder a la información de ítems que incluyen esquemas de BD, objetos de interfaz de usuario, y programas de aplicación.
- Las evaluaciones obtenidas de la Ontología creada han demostrado que ésta usa un lenguaje sin inconsistencias ni redundancias, un alto porcentaje de exhaustividad y precisión, lo que hace que cumpla con las preguntas de competencia y permita su consulta de forma satisfactoria.
- Se ha demostrado que el uso de Ontologías para la organización del conocimiento en el Sistema creado proporciona un alto rendimiento al Sistema antiguo de Gespro. Ofrece a la

comunidad interesada una propuesta de organización y estructuración del conocimiento eficaz en el dominio de Gestión de Proyectos, lo cual trae consigo que solucione varios de los problemas planteados en el antiguo sistema relacionados con el bajo rendimiento del sistema cuando se trataba de obtener información correcta o acorde a lo que se preguntaba. Por tanto, el Sistema de información basado en Ontología constituye una herramienta de apoyo y mejora para la gestión del conocimiento durante el proceso de toma decisiones a partir de la información existente en el sistema Xedro Gespro.

- La utilización de la base de datos del Sistema Xedro Gespro para la construcción automática de los individuos de la Ontología, posibilita tener acceso a información actualizada para el proceso de toma de decisiones.
- De manera general las evaluaciones realizadas a partir de la usabilidad por inspección realizada por usuarios del Sistema sobre la navegación, la funcionalidad, el control por parte del usuario, el uso de la lengua, la ayuda en línea y guía del usuario, la información proporcionada por el sistema, la accesibilidad, la coherencia, la prevención y corrección de errores, y la claridad arquitectónica y visual del Sistema fueron satisfactorias, como indican los resultados obtenidos a partir de los casos de prueba realizados al Sistema.

## **V 2 Trabajos futuros**

### **Con respecto a la Ontología:**

- Continuar enriqueciendo la Ontología con condiciones que permitan agregar valor semántico a la misma.
- Para poder consultar la Ontología debe ser un usuario con conocimientos en los lenguajes DL Query o SPARQL Query, debido al lenguaje que se utiliza en la herramienta Protégé.

### **Con respecto al Sistema de Información basado en Ontologías:**

Para el avance hacia próximas versiones del Sistema se dejan las recomendaciones siguientes:

- Continuar enriqueciendo los modelos de preguntas para el procesamiento de las consultas en lenguaje natural.
- Aumentar la semántica de las consultas para que el Sistema pueda interpretar una misma pregunta realizada de diferentes formas.
- Mejorar el mecanismo de inferencia que se le hace a la Ontología.
- Refinar el modelo que hace genérica la relación de la Ontología y la base de datos.

- Diseñar nuevos mecanismos para los filtros de la búsqueda avanzada.

#### **Referente a la definición de niveles directivos:**

La definición de los niveles directivos permitirá ofrecer paquetes de información en dependencia de la clasificación del nivel directivo, para la toma de decisiones. Para definir dichos niveles directivos en el Sistema de información basado en Ontologías se debe tener en cuenta la estructura macro de las necesidades, al comunicar la información dentro de la organización. Los datos recopilados se clasificarán en dependencia de la relación que tienen las personas dentro de la organización. Para su explotación, se deben definir los niveles directivos existentes a partir de la propia estructura funcional de la universidad: Organización y Proyecto.

- **Nivel Organización:** Maneja información sobre el desempeño de la organización permitiendo supervisarla y controlarla, además de predecir su desempeño futuro. Por tanto es el nivel más alto del Sistema de información basado en Ontologías dentro de la UCI. El mismo maneja información en forma de cascada con su nivel inferior.
- **Nivel Proyecto:** Maneja información sobre las actividades diarias, desempeño de los recursos humanos y permite organizar información referente a funciones de planificación, evaluación, seguimiento y control del proyecto. Es el nivel más bajo de la organización.

#### **Mejoras esperadas a partir de la definición de los niveles directivos**

A partir de la introducción de los niveles directivos según la estructura de la Universidad se logrará:

- Obtener una estructura global para comunicar la información según las necesidades de los diferentes niveles directivos de la organización.
- Introducir la responsabilidad de tomar de decisiones a partir de la información obtenida por todos los niveles directivos con una división clara del trabajo.

#### **Referente a la Gestión de la Integración:**

La Gestión de la Integración se define como el punto de convergencia de todas las áreas de conocimiento expresadas en el PMBoK. Para lograr obtener la Gestión de la Integración se propone en esta investigación como trabajo futuro: comunicar información sobre diferentes áreas de conocimiento a partir de indicadores que midan el índice de ejecución y rendimiento, calidad del dato, rendimiento de los costos, eficiencia, logística y de los recursos humanos de un proyecto. Esta información es de vital importancia pues permite evaluar los proyectos tanto cualitativa como cualitativamente. Se obtendrá una gráfica que permita visualizar el porcentaje de los proyectos según la evaluación de los mismos. De esta forma la organización tiene la idea de cómo se está comportando a partir del promedio de los propios indicadores. Con esta información se logra la integridad de las áreas del conocimiento tales como el Gestión del *Alcance*, Gestión del *Tiempo*, Gestión de la *Calidad*, Gestión del *Costo*, Gestión de los *Recursos Humanos*, Gestión de las *Adquisiciones*.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, D. U. (2009). Arte Digital: noción e implementación. Una mirada específica al contexto aragonés. AACADigital: Revista de la Asociación Aragonesa de Críticos de Arte, 7(1).
- Abecker, A. (2012). Decor-Delivery of context-sensitive Organizational Knowledge. Paper presented at the Abstract Submitted to e-Business Conference and Exhibition, Venice, Italy. <http://www.dfki.uni-kl.de/decor-deldec/D1-final.pdf>
- Abelardo Santana, F. N. (2015). Tablero de control para entidades orientadas a proyecto. Tesis de Maestría en Gestión de Proyectos Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.
- Albacete. (2010). Influencia de las prácticas de gestión de la calidad sobre la gestión del conocimiento y la innovación en los servicios: el caso de las empresas hoteleras. . Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada, España.
- Anass, & Ilham. (2011). Xplor: The competitive intelligence system based on a multidimensional analysis model. Paper presented at the Information System & Economic Intelligence.
- Andersen, H. (2002). Ascribing cognitive authority to scholarly document on the (possible) role of knowledge organization in scholarly communication. Paper presented at the Proceeding of the Seventh international ISKO Conference, 2002.
- Aragón González, N. (2011). Normas Cubanas para la Gestión de Proyectos. JA Lugo García, Entrevistador.
- Arpírez, Corcho, O., Fernández-López, M., & Gómez-Pérez, A. (2003). Web ODE in a nutshell AI Magazine, 24(3), 37-47.
- Åström, F., & Schlemmer, B. (Eds.). (2009). Celebrating Scholarly Communication Studies. A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday (Vol. 5 (Special volumen)): ISSI.
- Baeza-Yates, R.-N. (1999). Modern Information Retrieval: ACM Press Books & Addison-Wesley.
- Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2006). Metodología de la Investigación.
- Barchini, & Álvarez-Herrera. (2011). Dimensiones e indicadores de la calidad de una Ontología. Avances en Sistemas e Informática, 7(1), 29-38.
- Barité, M. (2014). El control de vocabulario en la era digital: revisión conceptual. Csire, 20(1).
- Beck, D. E., & Cowan, C. (2014). Spiral dynamics: Mastering values, leadership and change: John Wiley & Sons.
- Beltrán, P. (2003). Aplicación de Ontologías en la organización de información en Internet. En: CИСCI.
- Bernaras, A., Laresgoiti, I., & Corera, J. (1996). Building and reusing ontologies for electrical network applications. Paper presented at the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'96). Budapest, Hungary. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom.

- Bertalanffy, H., & Seeger, W. (1991). The dorsolateral, suboccipital, transcondylar approach to the lower clivus and anterior portion of the raniocervical junction. *Neurosurgery*, 29(66), 815-821.
- Bonifacio, M., Bouquet, P., & Traverso, P. (2002). Enabling distributed knowledge management: Managerial and technological implications.
- Booch, G., et al. (2013). *El lenguaje unificado de modelado (Vol. 1)*: Addison-Wesley.
- Bootstrap, P. (2015). Portal Oficial de Bootstrap, from <http://conocimientoabierto.es/que-es-twitter-bootstrap-y-como-aprender-a-usarlo/657/> .
- Booz, A. (1982). *New Products Magement for the 1980s*. New York.
- Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1984). *The ideal problem solver. A guide for improving thinking, learning, and creativity. A Series of Books in Psychology*, New York: Freeman, 1984, 1.
- Broughton, V. (2008). Faceted Classification as the Basis of a Faceted Terminology: Conversion of a classified structure to thesaurus format in the Bliss Bibliographic Classification. *Axiomathes*, 18(2), 193-210.
- Brualla, C. (2006). *CMMI Mejoras de procesos en Fábricas de Software*. Paper presented at the Information & Quality Technologies.
- Bunge, M. (1979). *Treatise on Basic Philosophy: Ontology II. : Reidel*.
- Cabrera, A., Solano, R., & Montalván, M. (2009). *Procesos de Ingeniería del Software*. Ecuador.
- Canfora, G., Di Penta, M., Esposito, R., & Villani, M. L. (2004). A lightweight approach for QoS-aware service composition Paper presented at the Proceedings of 2nd international conference on service oriented computing (ICSOC'04).
- Canós, J., Letelier, P., & Penadés, M. C. (2003). *Metodologías Ágiles en el desarrollo de Software*. Valencia.
- Casas, S., Reinaga, H., & Soza, A. M. (2015). Propuesta de una Ontología de Tarjetas CRC para identificar Crosscutting Concerns.
- Cassel, L., Caspersen, M., Davies, G., McCauley, R., McGettrick, A., Pyster, A., & Sloan, R. (2008). Curriculum update from the ACM education board: CS2008 and a report on masters degrees.
- Castells, Macias, J. A., & Puerta, Á. R. (2004). MBUI para Procesos de Ingeniería Inversa. In J. N. P. Lorés Vidal, R. (Ed.), *Actas del Congreso Interacción Persona-Ordenador (Interacción'04)* (pp. 3-7). Lérida
- Castells, P. (2002). Aplicación de técnicas de la web semántica.
- Castells, P. (2003). La web semántica. *Sistemas interactivos y colaborativos en la web*, 195-212.
- Catarino, M. E., & Baptista, A. A. (2006). Folksonomia: um novo conceito para a organização dos recursos digitais na Web. *DataGramZero-Revista de Ciência da Informação*, 8(3).

Catzin. (2010). IA: De representación de conocimiento a redes semánticas. Retrieved from <http://carloscatzin.wordpress.com/2010/02/22/inteligencia-artificial-de-representacion-de-conocimiento-a-redes-semanticas/>.

Centelles, M. (2005). Taxonomías para la categorización y la organización de la información en sitios web. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/Hipertext/article/view/57780>.

Céspedes, Z. (2011). Las Ontologías como herramienta en la Gestión del Conocimiento., Departamento de Bibliotecología y Ciencia de la Información.

Codina, L., & Jiménez, P. (2011). Tesauros y Ontologías en sistemas de información documental. El Profesional de la Información., 20(5), 555-563.

Corcho, O., Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & López-Cima, A. (2006). Construcción de Ontologías legales con la metodología METHONTOLOGY y la herramienta WebODE.

Corcho., Fernández-López, M., & Gómez-Pérez, A. (2003). Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is the meeting point? Data and Knowledge Engineering, 46(1), 41-64.

Cortez, A., Riesco, D. E., & Garis, A. G. (2012). Perfiles UML para la definición de patrones de diseño de comportamiento. Paper presented at the XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.

Cuadrado, J. S., García, O. Á., Canovas, J., & Herrera, A. S. (2012). Parametrización de las transformaciones horizontales en el modelo de herradura. Paper presented at the Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos.

Currás, E. (1991). Tesauros: lenguajes terminológicos. Madrid, España: Paraninfo.

Chandrasekaran, B., Josephson, J.R., & Benjamins, V.R. (1999). What are Ontologies, and Why Do WeNeed Them? , IEEE Intelligent Systems 14(1), 20–26.

Dalhberg, K. (2012). Knowledge organization: A new science? El profesional de la información, 21(3), 225-227.

Davenport, T., & Prusak, L. (2001). Conocimiento en acción como las organizaciones manejan lo que saben: Prentice Hall.

Davies, M. N., & Chappell, D. (2004). Online computer gaming: a comparison of adolescent and adult gamers. Journal of adolescence, 27(1), 87-96.

Delgado-López-Cózar, E., & Repiso-Caballero, R. (2013). El impacto de las revistas de comunicación: comparando Google Scholar Metrics, Web of Science y Scopus. Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación, 21(41), 45-52.

Diccionario, I. (2015). Diccionario de Informática y Tecnología, from <http://www.alegsa.com.ar/Dic/apache.php>

Docampo, D. (2011). On using the Shanghai ranking to assess the research performance of university systems. Scientometrics (86), 77–92.

Domingo Ajenjo, A. (2000). Dirección y gestión de proyectos. Un enfoque práctico. México, Editorial Alfa omega-Rama.

DRAE. (Ed.) (2014) Diccionario de la Real Academia Española. España: Academia Española.

ESI. (2010). Project Management Certificate and Business Analysis. Australia: Project Management International and Informatics Business.

Farquhar, A., Fikes, R., & Rice, J. (1997). The ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46(6), 707-727.

Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & Juristo, N. (1997). Methontology: from ontological art towards ontological engineering.

Ferreiro, J., Motz, R., Perelló, F., & Wonsever, D. (2000). Generación Automática de una Base de Datos desde Documentos de la Web. Paper presented at the Memorias del Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Ushuaia.

Finardi, R. (2010). [Migración y salud en zonas fronterizas: informe comparativo sobre cinco fronteras seleccionadas.].

Frank, A. (1997). *Spatial Ontology: A Geographical Point of View*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Gálvez, S. (2007). Historia de la Informática (I). *Encuentros en la Biología*, 119. Retrieved from <http://www.encuentros.uma.es/encuentros119/historiainform.htm>.

Gandon, F. (2003). Agents handling annotation distribution in a corporate semantic web (Vol. 1): OIS Pressman, R. & Ince, D.

García, C., & Sanz-Menéndez, L. (2005). Competition for funding as an indicator of research competitiveness. *Scientometrics*, 64(3), 271-300.

Gil. (2015). Retrieved from <http://socialmediaeninvestigacion.com/google-scholar-buscador-academico/>

Gnoli, C., Bosch, M., & Mazzocchi, F. . (2007). A new relationship for multidisciplinary knowledge organization systems: dependence. Paper presented at the La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la organización del conocimiento científico: Actas del VIII Congreso ISKO, León, España.

Godall, F. (2009). *Tras la huella del líder: Capital Humano*.

Gómez-Pérez, A., & Fernández-López, M. (2012). *The NeOn methodology for ontology engineering. In Ontology engineering in a networked world*. Berlin Heidelberg: Springer.

Gómez-Pérez, A., Juristo, N., Montes, C., & Pazos, J. (1998). *Ingeniería del Conocimiento: Diseño y Construcción de Sistemas Expertos*. . Ceura, Madrid, España.

Gómez Tornero, L. M. (2013). [Hacia la difuminación de OWL/LR usando el entorno de programación lógica difusa FLOPER.].

- González Guitián, M. V. (2009). Auditorías de información: análisis de dominio en la base de datos LISA. *Acimed*, 19(4), 0-0.
- Green, & Rebecca. (2014). ISKO and Knowledge Organization's. 25th Anniversary: The Future of Knowledge Organization and ISKO, Panel Discussion.
- Gruber, T. A. (1993). Translation Approach to Portable Ontology Specifications, *Knowledge Acquisition*. . 5, 199–220.
- Grüninger, M., & Fox, MS. (1995). Methodology for the design and evaluation of ontologies. In D. Skuce (Ed.), *IJCAI95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing* (pp. 6.1–6.10).
- Guarino, N., & Giaretta, P. (1995). Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing (KBKS'95)* (pp. 25–32). University of Twente, Enschede, the Netherlands. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, Mars N.
- Harold, K. (2003). *Project Management. A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*".
- Harzing, A.-W., & van der Wal, R. (2008). A Google Scholar H-Index for journals: A better metric to measure journal impact in economics & business. Paper presented at the Proceedings of the Academy of Management Annual Meeting.
- Heiner, S. (2005). Tutorial-Ontology Based Integration from <http://www.cs.vu.nl/~heiner/presentations.html>
- Hendler, J. (2001). Agents and the Semantic Web, *IEEE Intelligent Systems*. 16(2), 30–37.
- Heredia, D. (2012). Modelo de planificación para el perfeccionamiento de la preparación teórico - práctica de los ajedrecistas de alto rendimiento. . Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias, "UCCFD" Manuel Fajardo.
- Hernández Quintana, A. R. (2007). Paradigmas dominantes y emergentes en la Bibliotecología y la Ciencia de la Información: continuidad y ruptura de la dinámica informacional. *ACIMED*, 16(3), 0-0.
- Herrero-Solana, V., & Morales del Castillo, J. (2004). Mapas "geopolíticos" de internet: aplicación de las nuevas técnicas de representación de la información. *Ciencias da Informacao*, 33(3), 69-75.
- Herrero-Solana, V., & Rios-Gomez, C. (2006). Produccion latinoamericana en biblioteconomia y documentacion en el Social Science Citation Index (SSCI) 1966-2003. *Latin American publications in librarianship and documentation in Social Science Citation Index (SSCI) 1966-2003. Information Research*, 11(2), [n]. Retrieved from [http://www.google.com/url?sa=t&ct=res&cd=4&url=http%3A%2F%2Finformationr.net%2Fir%2F11-2%2Finfres112.html&ei=FehFRob1Kor2gALBkeGsDA&usg=AFrqEzcA5Ct0tR-qHy4wF-qt1TBeNnWygQ&sig2=XyqlTnp\\_1wyaSkV31Hky1w](http://www.google.com/url?sa=t&ct=res&cd=4&url=http%3A%2F%2Finformationr.net%2Fir%2F11-2%2Finfres112.html&ei=FehFRob1Kor2gALBkeGsDA&usg=AFrqEzcA5Ct0tR-qHy4wF-qt1TBeNnWygQ&sig2=XyqlTnp_1wyaSkV31Hky1w).
- Hjorland, B. (2004). Arguments for philosophical realism in library and information science. *Library Trends*, 52(3), 488-506.

Hjørland, B. (2005). Introduction to the Special Issue: Library and information science and the philosophy of science. *Journal of Documentation*, 61(1), 5-10. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lxh&AN=16540413&site=ehost-live>.

Hjørland, B. (2013). Theories of knowledge organization—theories of knowledge. Paper presented at the 13th Meeting of the German ISKO in Potsdam. Knowledge organization.

Hjørland, B., & Albrechtsen, H. (1995). Toward a new horizon in information science: domain-analysis. *Journal AmerSocInf Sci.*, 46(6), 400-425.

Institute, P. M. (2004). *Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos. (Guía del PMBoK)*. . Institute. ANSI/PMI

Institute, P. M. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. PMBoK (quinta Ed.)*. Estados Unidos de América: Project Management Inst.

Jacsó, P. (2005). As we may search: Comparison of major features of the Web of Science, Scopus, and Google Scholar citation-based and citationenhanced databases. *Current Science*, 89(9), 1537–1547. Retrieved from <http://www.ias.ac.in/currsci/nov102005/1537.pdf>.

Jasper, & Uschold, M. (Eds.). (1999). *A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications*. . Seattle, USA: Boeing Math and Computing Technology.

Jasper, R. U., M. (1999). Seattle, USA. *A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications*. Boeing Math and Computing Technology. Seattle, USA. .

Keet, A., Fortescue, B., Markham, D., & Sanders, B. C. (2010). Quantum secret sharing with qudit graph states. *Physical Review A*, 82(6).

Larman, C. (1999). *UML y Patrones*: Pearson.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2012). *Management information systems: Managing the digital firm*.

Leiva, A. S., JA. (2009). An Automat for the Semantic Processing of Structured Information. Paper presented at the International Conference on Intelligent Systems Design and Applications.

Lenat, D. B., & Guha, R.V. (1990). *Building Large Knowledge-based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project* Addison-Wesley Boston, Massachusetts.

López-Huertas. (2008). Some Current Research Questions in the Field of Knowledge Organization. *Knowledge Organization*, 35(2), 113-136.

Lugo García, J. A. (2012). *Modelo para el control de la ejecución de proyectos basado en indicadores y lógica borrosa* Tesis de Maestría en Gestión de Proyectos Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.

Macías, J. A., & Castells, P. (2003). Dynamic web page authoring by example using ontology-based domain knowledge. Paper presented at the Proceedings of the 8th international conference on Intelligent user interfaces.

- Maedche, A., Motik, B., Stoja Novic, L., Studer, R., & Volz, R. (2003). Ontologies for Enterprise Knowledge Management. *IEEE Intelligent Systems* 18(2), 26-33.
- Malfará, Cukerman, D., Cassinelli, J., & Séttimo, R. (2006). Testing en eXtreme Programming. *Disertación Gestión de Software, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República–Uruguay, Montevideo.*
- Malfará, D., Cukerman, D., Cócaro, F., Cassinelli, J. P., & Séttimo, R. (2010). Testing en eXtreme Programming
- Manchón, E. (2002). Principios generales de usabilidad en sitios web.
- Mander, K. (2006). Demise of computer science exaggerated. *Future of Computing*, 17.
- Martínez, R., & García-Beltrán, A. (2000). Breve historia de la informática. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Masolo, C. (2004). Social Roles and their Descriptions. Paper presented at the Ninth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR2004), Whistler, Canada.
- McGuinness, D. L., & Van Harmelen, F. (2004). OWL web ontology language overview. *W3C recommendation*, 10(10).
- McIlwaine, I. (2000). The Universal Decimal Classification: A guide to its use.
- Meacham, B. (2004). Decision-making for fire risk problems: A review of challenges and tools. . *Journal of Fire Protection Engineering*, 14, 149-168.
- Meneses Placeres, G. (2010). ALFINEV: Propuesta de un modelo para la evaluación de la alfabetización informacional en la Educación Superior en Cuba. Tesis doctoral, Universidad de la Habana.
- Milton, & Kazmierczak. (2001). An Ontological Study of Data Modelling Languages using Chisholm's Ontology. Paper presented at the 11th European-Japanese Conference Information Modelling and Knowledge bases, Maribor.
- Milton, K., & Kazmierczak, E. (2006). Ontology as meta-theory: A perspective. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 18(1), 5.
- Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. (2003). Reglamento sobre el sistema de programas y proyectos de ciencia e innovación tecnológica No. 85 / 2003. La Habana: Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.
- Mitra, P., Wiederhold, G., & Kersten, M. (2000). A graph-oriented model for articulation of ontology interdependencies. Berlin Heidelberg. Springer.
- Montoya, M. (2015). Acceso abierto y su repercusión en la Sociedad del Conocimiento: Reflexiones de casos prácticos en Latinoamérica. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 103-118.

- Moreira, W. (2013). Teoría de la clasificación y Ontologías: en busca del diálogo necesario. *Scire: representación y organización del conocimiento*, 19(2), 69-76.
- Moreiro, J. (2004). El contenido de los documentos textuales: su análisis y representación mediante el lenguaje natural: Gijón: Trea.
- Moreiro, J., Sánchez-Cuadrado, S., Palacios, V., & Barra, E. (2012). Evaluación de software libre para la gestión de archivos administrativos. *El profesional de la información*, 20(2), 206-213.
- Naumis, C. (2007). Los tesauros documentales y su aplicación en la información impresa, digital y multimedia. Buenos Aires: Alfagrama.
- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum computation and quantum information*: Cambridge university press.
- Noruzi, A. (2006). The web impact factor: a critical review. *Electronic Library*, 24(4), 490-500. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com>.
- Noy, N. F., & Klein, M. (2004). Ontology evolution: Not the same as schema evolution. *Knowledge and information systems*, 6(4), 428-440.
- Obitko, M. (2003). *Ontologies. Description and Applications* Retrieved from <http://cyber.felk.cvut.cz/gerstner/reports/GL126.pdf>.
- Olivé García, A., & Arango Sales, H. (1997). Impacto de la administración financiera en las organizaciones públicas de información Paper presented at the Memorias del Congreso Internacional de Información Info' 97, La Habana: Palacio de Convenciones.
- Opdahl, A. L., & Henderson-Sellers, B. (2001). Grounding the OML metamodel in ontology. *Journal of Systems and Software*, 57(2), 119-143.
- Orjuela, R., Marx, B., Ragot, J., & Maquin, D. (2008). State estimation for non-linear systems using a decoupled multiple model. *International Journal of Modelling, Identification and Control*, 4(1), 59-67.
- P2M. (2010). Project management certification program. Japón: Project Management Association of Japan.
- PCC. (2011). Lineamientos In C. d. PCC (Ed.), (Vol. VI). Cuba: Editora Política.
- Pedraza-Jiménez, R., Codina, L., & Rovira, C. (2007). Web semántica y Ontologías en el procesamiento de la información documental. *El profesional de la información*, 16(6), 569-578.
- Pendlebury, D. A. (2008). *Using Bibliometrics in Evaluating Research*. [White paper].
- Pérez-Soltero, Barcelo-Valenzuela, M., Sanchez-Schmitz, G., & Navarro-Hernández, R. (2005). Modelo Ontológico como Apoyo a la Asignación de Recursos (MOAR). Caso de Estudio: Programación de Cursos Escolares. Paper presented at the Memorias de la Conferencia Ibero-Americana IADIS/WWW Internet 2005 (CIAWI 2005), Lisboa, Portugal.

- Perez-Soltero, A., Barcelo-Valenzuela, M., Sanchez-Schmitz, G., & Navarro-Hernandez, R. (2005). Modelo Ontológico como Apoyo a la Asignación de Recursos (MOAR). Caso de Estudio: Programación de Cursos Escolares. Paper presented at the Conferencia Ibero-Americana IADIS/WWW Internet.
- Peterson, E. (2007). Beneath the Metadata: some philosophical problems with Folksonomy. D-Lib Magazine, 12(11). Retrieved from <http://www.dlib.org/dlib/november06/peterson/11peterson.html> website:
- PHP, M. (2015). Manual PHP, from <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>.
- Piñero, P. e. a. (2013). Gespro. Paquete para la gestión de proyectos. . Nueva Empresa. Revista cubana de gestión empresarial 9(1), 45-53.
- Pisanelli, D., Gangemi, A., & Steve, G. (2004). Ontologies and Information Systems: the Marriage of the Century? Retrieved from
- PMI. (2013). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). (5 edition Ed.). Estados Unidos de América: Project Management Inst: Project Mgmt Inst. Quinta Edición.
- Pols, R. (2004). ASL: a framework for Application management: Van Haren Publishing.
- Portal Postgre. (2015). Portal de PGSQL, from <https://microbuffer.wordpress.com/2011/05/04/que-es-postgresql/>.
- Pressman, & Ince. (2000). Software Engineering - A Practical Approach Eurapian Adaption. .UK: McGraw-Hill.
- Pressman, & Ince. (2005). Software engineering: a practitioner's approach. New York: McGraw-Hill New York.
- Priss, U., A. (2004). Semiotic-Conceptual Framework for Knowledge Representation. Knowledge Organization and the Global Information Society. , 91-96. Retrieved from <http://www.upriss.org.uk/papers/isko04final.pdf>.
- PMI. (213). Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos. (Guía PMBOK) (5º Edición ed.). Estados Unidos: Editorial PMI.
- Ramos, E., Núñez, H., & Casañas, R. (2009). Esquema para evaluar Ontologías únicas para un dominio de conocimiento. Enl@ Ce, 6(1).
- Ramos, E., Núñez, H., & Casañas, R. (2011). Diseño de un sistema basado en agentes para apoyar el diagnóstico de la calidad del semen humano. . Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 26(3), 15-25.
- Raúl Castro, R. (2011). Informe Central al VI Congreso del Partido Comunista de Cuba: Granma.
- Redman, T. C. (2001). Sistemas de calidad de datos de segunda generación. Paper presented at the Manual de calidad de Juran.
- Reynoso, C. B. (2004). Introducción a la Arquitectura de Software. Universidad de Buenos Aires, 33.

Rijsbergen. (2012). Information retrieval: uncertainty and logics: advanced models for the representation and retrieval of information. Springer Science & Business Media, 4.

Rivera, S. M. (2010). Modelo de un sistema de razonamiento basado en casos para el análisis en la gestión de riesgos. Tesis de Maestría en Gestión de Proyectos, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.

Rivero Osuna, C. (2012). Exchanging Data amongst Semantic-Web Ontologies: on Generating Mappings and Benchmarking Data Exchange Systems= Intercambio de datos entre web semántica Ontologías: en Generación de asignaciones y datos de referencia sistemas de intercambio.

Rodríguez, G., & López - Huertas, M. (2013). Saaty's analytic hierarchies method for knowledge organization in decision making. . Journal AmerSocielInfoScieTechn., 64(7), 1454-1467.

Rubio, M. J., & Varas, J. . (2004). El análisis de la realidad en la intervención social: métodos y técnicas de investigación. : Editorial CCS.

Sánchez-Jiménez, R., & Gil-Urdiciain, B. (2007). Lenguajes documentales y Ontologías. El Profesional de la Información, 16(6), 551-560.

Santiesteban, A. (2015). Proceso para la planificación y control de proyectos de software utilizando Xedro-GESPRO Master, Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Sayão, L. F. (2001). Modelos teóricos em Ciência da Informação: abstração e método científico. Ciência da Informação, 30(1), 82-91.

Schildt, H. A. (2002). SITKIS: Software for Bibliometric Data Management and Analysis v0.6.1. Helsinki: Institute of Strategy and International Business. Retrieved from <http://www.hut.fi/~hschildt/sitkis>.

Schreiber, Wielinga, B., & Jansweijer, W. (1995). The KACTUS view on the 'O'word. . In G. e. a. Schreiber (Ed.), IJCAI workshop on basic ontological issues in knowledge sharing (pp. 159-168).

Schreiber, G. e. a. (2000). Knowledge Engineering and Management–The CommonKADS Methodology Cambridge, MA: MIT Press.

Senso, J. A. (2007). Navegadores semánticos o semantizar el navegador. Anuario ThinkEPI, 2, 030-033.

Senso, J. A., Leiva-Mederos, & Domínguez-Velasco. (2011). Modelo para la evaluación de Ontologías. Aplicación en Onto-Satcol. Revista española de documentación científica, 34(3), 334-356.

Senso, J. A., Leiva-Mederos, A. A., & Domínguez-Velasco, S. E. (2011). Modelo para la evaluación de Ontologías. Aplicación en Onto-Satcol. Revista Espanola de Documentacion Cientifica, 34(3), 334-356.

Silva, O., & Díaz, G. (1992). Del dato a la decisión: la gestión de información en un sector específico. Caso de estudio BIOTEC. Ciencias de la Información, 23(2), 75-82.

Simon, H. (1976). Administrative behavior: a study of decision-making processes in administrative organization (3 ed., pp. 81). Nueva York: Free Press.

- Smith en Schold, M., & Gruninger, M. (2005). Ontologies: principles, methods and applications. . Knowledge Engineering Review, 11(2), 93-155.
- Sommerville, I., & Galipienso, M. I. A. (2005). Ingeniería del software: Pearson Educación.
- Staab, S., Schnurr, HP. Studer, R., & Sure, Y. (2001). Knowledge Processes and Ontologies IEEE Intelligent Systems. 16(1), 26–34.
- Staab, Schnurr, H., Studer, R., & Sure, Y. (2001). Knowledge Process and Ontologies IEEE Intelligent Systems 16(1), 26–34.
- Suarez-Figueroa, M. C., Gomez-Perez, A., & Fernandez-Lopez, M. (2012). The NeOn methodology for ontology engineering Ontology engineering in a networked world (pp. 9-34): Springer.
- Sure, Erdmann, M., Angele, J., Staab, S., Studer, R., & Wenke, D. (2002). OntoEdit: Collaborative ontology development for the semantic web: Springer.
- Sure, Y., Erdmann, M., Angele, J., Staab, S., Studer, R., & Wenke, D. (2002). OntoEdit: Collaborative Ontology Engineering for the Semantic Web. Paper presented at the First International Semantic Web Conference (ISWC'02). Sardinia, Italy.
- Swartout, B. (1996). Toward distributes use of large-scale ontologies. Calgary: University of Calgary.
- Tálamo, M. (1997). Linguagem documentária. São Paulo: APB.
- Tedre, M. (2006). What should be automated? The fundamental question underlying human-centered computing.
- Tedre, M. (2007). Lecture notes in the philosophy of computer science, Lecture notes for the Department of Computer Science and Statistics.
- Testa, J. (2009). Proceso de selección de revistas especializadas de Thomson Reuters. Filadelfia: Thomsom Reuters.
- Torres López, S. (2010). Modelo para la Gestión de los Recursos Humanos en Centros de Desarrollo de Sistemas de Información. Tesis de Maestría en Gestión de Proyectos, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.
- Trapero, F. G. A., & Parra, J. C. V. (2013). Un modelo de análisis racional para la toma de decisiones gerenciales, desde la perspectiva elsteriana. Cuadernos de Administración, 26(46), 135-158.
- Tsichritzis, D., & Klug, A. (1978). The ANSI/X3/SPARC DBMS framework report of the study group on database management systems. Information Systems, 3(3), 173-191.
- Urdiacián, B. G. (1998). Evaluación semántica y estructural de tesauros. . Revista general de información y documentación, 8(2), 193.
- Urías, G. (2009). Metodología de la Investigación. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu.
- Uschold, M., & Gruninger, M. (1999). Ontologies: principles, methods and applications Knowledge Engineering Review, 11(2), 93-155.

- Uschold, M., & Gruninger, M. (2007). Ontologies: Principles, Methods and Applications. AIAI- TR-191. Knowledge Engineering Review. 11 (2). Retrieved from <http://citeseer.ist.psu.edu/uschold96ontologie.html>.
- Valdés, M. D. L. M. F., & Ponjúan, G. Análisis conceptual de las principales interacciones entre la gestión de información, la gestión documental y la gestión del conocimiento. *Acimed*, 18(1), 7.
- Valle Lima, A. D. (2007). Metamodelos de la investigación pedagógica. La Habana: ICCP. Ministerio de Educación.
- Van Elst, Dignum, V., & Abecker, A. (2004). Towards agent-mediated knowledge management Agent-Mediated Knowledge Management (pp. 1-30): Springer.
- Vara, J. M., Bollati, V. A., & Marcos, E. (2011). Gestión de la trazabilidad en el desarrollo dirigido por modelos de Transformaciones de Modelos: una revisión de la literatura. Paper presented at the XVI Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos–JISBD, 2011.
- Varas, M., Sánchez, L., & Alvarado, L. (2010). Aportaciones para mejorar la Gestión de Proyectos de I+D+i.
- Varela, J. B., & Cruz, A. L. M. (2005). El PROCEDA y su impacto en la toma de decisiones sobre los recursos de uso común. *Gaceta ecológica* (75), 35-49.
- Vasconcelos, J., Kimble, C., & Gouveia, F. (2000). A design for a group memory system using ontologies.
- Vázquez Acosta, M. (2010). Definición de una arquitectura de referencia para una línea de productos de software. Tesis de Maestría en Gestión de Proyectos, Universidad de las Ciencias Informáticas La Habana.
- Vega, F., Portillo, E., Cano, M., & Navarrete, B. (2014). Experiencias de Aprendizaje en Ingeniería Química: Diseño, montaje y Puesta en Marcha de una Unidad de Destilación a Escala Laboratorio Mediante el Aprendizaje Basado en Problemas. *Formación universitaria*, 7(1), 13-22.
- Vickery, B. C. (2008). On knowledge organization. Retrieved from <http://www.lucis.me.uk/knownorg.htm>.
- Viinikkala, M. (2003). Ontology in Information Systems Retrieved from <http://www.cs.tut.fi/~kk/webstuff/Ontology.pdf>
- Vizcaya Alonso, D. (1997). Información: procesamiento de contenido. La Habana.
- Wand, & Weber. (1990). An Ontological Model of an Information System. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 1282-1292.
- Wang, Z., et. al. (2006). Effective Large Scale Ontology Mapping. (pp. 454-446). KSEM
- Web, L. (2015). Libros web, from [https://librosweb.es/libro/css/capitulo\\_1.html](https://librosweb.es/libro/css/capitulo_1.html).

Wegner, P. (1976). Research paradigms in computer science, Los Alamitos.

Ziouziou, M. (2009). [Desarrollo de una Ontología y de un sistema de recuperación de la información para el sector del mueble y afines].

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. Taller participativo**

El presente taller tiene como objetivo realizar la presentación formal del proyecto de investigación que se pretende desarrollar en la investigación. Con ello se logrará insertar la motivación al grupo de miembros y colaboradores sobre los cuáles se aplicarán los diferentes cuestionarios. De esta manera se logra su aprobación y compromiso en la participación activa del proceso.

#### **Presentación del proyecto**

Situación problemática (Explicar, debatir sobre la situación problemática).

**Objetivo General:** Proponer un modelo para el diseño y construcción de un sistema de recuperación de información para la toma de decisiones en Gestión de Proyectos basado en Ontologías.

#### **Resultados esperados /beneficios.**

El principal resultado que se espera de esta investigación es el diseño del modelo a partir del cual se puedan diseñar sistemas de recuperación de información en el dominio de Gestión de Proyectos basado en Ontologías, que permitan la gestión del conocimiento en dicho dominio como apoyo a la toma de decisiones, teniendo en cuenta las propuestas de otros autores que también han propuesto modelos basados en Ontologías.

Con la aplicación del modelo ontológico se espera estructurar las bases del conocimiento en el dominio de Gestión de Proyectos tras una progresiva sustitución de los modelos convencionales del proceso de recuperación de la información, por un modelo cognitivo.

Los servicios de Ontologías ofrecerán un marco contextualmente rico y moderno para elaborar otros modelos de sistemas de recuperación de información, prestar servicios y gestionar la terminología del dominio de Gestión de Proyectos.

La adecuación del modelo para la construcción de sistemas de recuperación de información orientados a la Gestión de Proyectos.

Contar con una Ontología de dominio en Gestión de Proyectos que permita la interoperabilidad con otros sistemas de Gestión de Proyectos.

#### **Novedad**

El modelo propuesto permite la obtención de nuevos conocimientos respecto al dominio de Gestión de Proyectos a través de sus características, propiedades, relaciones esenciales y funcionales, ya que su construcción teórica, permite interpretar, diseñar y reproducir de forma simplificada la realidad que representa a partir de una necesidad concreta.

**ANEXO 2: Cuestionario 1****Universidad de Ciencias Informáticas**

El siguiente cuestionario está dirigido a los miembros y colaboradores de la organización que se va a estudiar con el objetivo de conocer el grado de participación y conocimiento en la temática de Gestión de Proyectos.

Lea cuidadosamente cada una de las interrogantes que aparecen y responda según corresponda.

GRACIAS POR SU COLABORACION.

Interrogantes	Respuestas	
<b>Grado científico y/o académico</b>	___Si	___No
<b>Conocimiento de la temática</b>	Trabajos publicados nacionales	___Si      ___No
	Trabajos publicados Internacionales	___Si      ___No
	Premios	___Si      ___No
<b>Experiencia en planificación y seguimiento de proyectos</b>	___Si	___No
<b>Aplicación de técnicas de dirección</b>	___Si	___No
<b>¿Ha desempeñado algún cargo?</b>	___Si	___No
	¿Cuál? _____	
<b>Dominio de la disciplina</b>	___Si	___No
<b>Experiencia en el desarrollo y control de proyectos</b>	___Si	___No
<b>Participación en procesos de Planificación</b>	___Si	___No
<b>Participación en procesos de Negociación</b>	___Si	___No
<b>Dominio de los estándares de calidad</b>	___Si	___No
<b>Participación en procesos de certificación de calidad</b>	___Si	___No
<b>Experiencia en los procesos de desarrollo de software de Sistemas de Gestión de Proyectos</b>	___Si	___No
<b>Disposición para compartir el conocimiento</b>	___Si	___No
<b>¿Se siente comprometido con el proceso a desarrollar?</b>	___Si	___No
<b>Importancia de la concepción y aplicabilidad del Modelo</b>	___Si	___No

### ANEXO 3: Cuestionario 2

Universidad de Ciencias Informáticas

#### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Carrera (s) universitaria (s) cursada (s): \_\_\_\_\_

Título (s) de formación académica de postgrado obtenido (s): \_\_\_\_\_

Especialidad de postgrado: \_\_\_\_\_

Maestría: \_\_\_\_\_

Doctorado: \_\_\_\_\_

Años de experiencia como:

Docente: \_\_\_\_\_ En la producción: \_\_\_\_\_ En investigaciones: \_\_\_\_\_

Trabajos publicados acerca de la temática:

#### Sección I

Al reconocer en usted, un experimentado y prestigioso especialista en el campo de la Gestión de Proyectos, profundo conocedor de las temáticas relacionadas con el desarrollo de proyectos así como su gestión eficaz a través del uso de sistemas de información.

Si está Usted de acuerdo con ofrecernos su valiosa ayuda, se necesita antes de consultarlo determinar su coeficiente de competencia en el tema, a los efectos de reforzar la validez del resultado de la consulta.

Por esa razón, se necesita responda las siguientes preguntas de la forma más objetiva que le sea posible.

1. Marque con una cruz (X) en la tabla siguiente, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento que usted posee sobre la temática "Gestión de Proyectos" (considere la escala presentada ascendente, es decir, el conocimiento sobre el tema va creciendo desde 0 hasta 10).

Escala	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grado de conocimiento											

#### Sección II

2. Realice una autovaloración del grado de influencia, conocimiento y dominio que posee de cada una de las temáticas en Gestión de Proyectos que se presentan a continuación:

Marque con una cruz (X) según corresponda en A (Alto), M (Medio) y B (Bajo).

Temáticas por áreas de conocimiento	Grado de conocimiento de cada una de las temáticas.		
	A	M	B
Gestión de Integración			
Gestión de Alcance			
Gestión de Tiempo			
Gestión de Costos			
Gestión de la Calidad			

Gestión de Recursos Humanos			
Gestión de las Comunicaciones			
Gestión de Riesgos			
Gestión de Adquisiciones			
Gestión de los Interesados			

#### **ANEXO 4: Cuestionario 3**

Una Ontología es una conceptualización explícita y formal de un dominio del conocimiento y un dominio representa un área del conocimiento, a partir de conocer estos conceptos responda las preguntas a continuación según considere.

- 1. Teniendo en cuenta lo que es un dominio, ¿Cuáles serían los dominios más representativos dentro de la Gestión de Proyectos y que deberían ser incluidos para la construcción de una Ontología?**
- 2. ¿Con qué fuentes de información cuenta hoy en día para realizar la toma de decisiones?**
- 3. ¿Considera suficiente esas fuentes de información?**
- 4. ¿Considera el PMBOK como una guía eficiente de buenas prácticas para realizar Gestión de Proyectos?**
- 5. ¿Considera que el Xedro Gespro cubre todas las áreas del conocimiento expresadas en el PMBoK?**
- 6. Si tuviese a su disposición un Sistema de Recuperación de Información basado en Ontologías (SIBO) que contuviera las fuentes de información identificadas para la toma de decisiones y que pudiera recuperar la información de manera más efectiva por la semántica que aporta este tipo de sistemas ¿Qué información espera obtener de él?**

## ANEXO 5: Cuestionario 4

### Sección I

Esta encuesta se realiza con el objetivo de extraer información relevante a tener en cuenta para el diseño de la Ontología.

De los conceptos (clases) que se muestran a continuación marque con una X cuáles considera sean representativos del dominio gestión de proyecto.

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Logística           | <input type="checkbox"/> Competencia      | <input type="checkbox"/> Alcance            |
| <input type="checkbox"/> Recursos            | <input type="checkbox"/> Riesgo           | <input type="checkbox"/> Calidad            |
| <input type="checkbox"/> Recursos Humanos    | <input type="checkbox"/> Incidencia       | <input type="checkbox"/> Prueba             |
| <input type="checkbox"/> Recursos Materiales | <input type="checkbox"/> Causas           | <input type="checkbox"/> Tiempo             |
| <input type="checkbox"/> Clientes            | <input type="checkbox"/> No Conformidades | <input type="checkbox"/> Tablero de Control |
| <input type="checkbox"/> Roles               | <input type="checkbox"/> Costos           | <input type="checkbox"/> Reporte            |
| <input type="checkbox"/> Stakeholders        | <input type="checkbox"/> Tarea            | <input type="checkbox"/> Indicadores        |
| <input type="checkbox"/> Equipo              | <input type="checkbox"/> Estado de Tarea  |   |

Agregar otras clases que considere importante y que no están contenidas en el listado anterior.

### Sección II

Teniendo en cuenta que una clase responde a un concepto y un atributo es una propiedad que ayuda a describir una clase, persona u objeto, defina en la lista a continuación con una (C) el concepto que pertenezca a una clase y con una (A) el que sea atributo.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Logística           | <input type="checkbox"/> Tiempo               | <input type="checkbox"/> Calendario                |
| <input type="checkbox"/> Recursos            | <input type="checkbox"/> Tablero de Control   | <input type="checkbox"/> Rol-desempeña             |
| <input type="checkbox"/> Recursos Humanos    | <input type="checkbox"/> Reporte              | <input type="checkbox"/> Cargo                     |
| <input type="checkbox"/> Recursos Materiales | <input type="checkbox"/> Indicadores          | <input type="checkbox"/> Disciplina adquiere       |
| <input type="checkbox"/> Clientes            | <input type="checkbox"/> Años de experiencia  | <input type="checkbox"/> Provincia                 |
| <input type="checkbox"/> Roles               | <input type="checkbox"/> CI                   | <input type="checkbox"/> Proyecto al pertenece     |
| <input type="checkbox"/> Stakeholders        | <input type="checkbox"/> Municipio            | <input type="checkbox"/> Causa-Riesgo              |
| <input type="checkbox"/> Equipo              | <input type="checkbox"/> Nombre               | <input type="checkbox"/> Impacto-Riesgo            |
| <input type="checkbox"/> Competencia         | <input type="checkbox"/> Cantidad de Miembros | <input type="checkbox"/> Costo Recursos Materiales |
| <input type="checkbox"/> Riesgo              | <input type="checkbox"/> Consecuencia-Riesgo  | <input type="checkbox"/> Salario                   |

<input type="checkbox"/> Incidencia	<input type="checkbox"/> Costo-Proyecto	<input type="checkbox"/> Complejidad Tarea
<input type="checkbox"/> Causas	<input type="checkbox"/> Costo Recursos Humanos	<input type="checkbox"/> Evaluación –Tarea
<input type="checkbox"/> No Conformidades	<input type="checkbox"/> Tipo de Prueba	<input type="checkbox"/> Nombre Proyecto
<input type="checkbox"/> Costos	<input type="checkbox"/> Estado –Tarea	<input type="checkbox"/> Analista
<input type="checkbox"/> Tarea	<input type="checkbox"/> Prioridad –Tarea	<input type="checkbox"/> Diseñador
<input type="checkbox"/> Estado de Tarea	<input type="checkbox"/> Tipo de Proyecto	<input type="checkbox"/> Jefe de Proyecto
<input type="checkbox"/> Alcance	<input type="checkbox"/> Programador	<input type="checkbox"/> Planificación
<input type="checkbox"/> Calidad	<input type="checkbox"/> Arquitecto	<input type="checkbox"/> Cuadro de Mando Integral
<input type="checkbox"/> Prueba	<input type="checkbox"/> Tipo de cliente	

Agregar otras clases, subclases o atributos que considere importante y que no están contenidas en el listado anterior.

### Sección III

Marque con una X las preguntas que considere relevantes a la hora de concebir un Sistema de Recuperación de Información basado en Ontologías para la Gestión de Proyectos.

Qué otras respuestas espera obtener del sistema. Menciónelas.

8.  ¿Cuáles son los miembros del proyecto X?
9.  ¿Cuáles personas están dentro del rol analista?
10.  ¿Cuáles personas poseen competencias de arquitecto?
11.  ¿Cuáles son los riesgos del proyecto X?
12.  ¿Cuáles fueron las No conformidades identificadas en dichos proyectos?
13.  ¿Quién tiene asignada la tarea Z del proyecto X?
14.  ¿Cuáles el alcance de dicho proyecto?

Otras respuestas

## ANEXO 6. Cuestionario 5

Evaluación del Sistema basado en Ontologías en el Sistema Xedro Gespro. Universidad de Ciencias Informáticas.

Personas que deben estar presentes: Miembros, colaboradores y grupo de expertos.

### SECCIÓN I

Marque con una X el nivel de Cubrimiento de la información recuperada por área de conocimiento:

a) Alcance: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]	f) Riesgos: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]
b) Tiempo: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]	g) Comunicaciones: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]
c) Calidad: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]	h) Integración: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]
d) Costo: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]	i) Adquisiciones: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]
e) Recursos: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]	j) Interesados: Total[ ] Parcial[ ] Nula[ ]

### SECCIÓN II

Marque con una X el nivel de cumplimiento según corresponda:

- a) Nivel de subjetividad de la información disponible: Alto [ ] Medio [ ] Bajo [ ]
- b) Nivel de satisfacción del decisor sobre la calidad de la información: Alto [ ] Medio [ ] Bajo [ ]
- c) Calidad de la información recuperada en GESPRO 13.05 a través del SIBO Alto [ ] Medio [ ] Bajo [ ]

### SECCIÓN III

Generación de informes de estado de un proyecto a partir del tiempo empleado en el análisis del proyecto con la información obtenida en GESPRO 13.05 a través del SIBO:

- ( ) Hasta 20s. ( ) Entre 21 y 40seg. Aproximado: \_\_\_\_ ( ) Más de 1mint. Aproximado: \_\_\_\_

## ANEXO 7. Cuestionario 6

### CUESTIONARIO DE ADECUACION DE LOS REQUERIMIENTOS.

Estimado usuario para verificar los resultados de evaluación de la Ontología se necesita adecuar los requerimientos, respondiendo este test de usabilidad localizando en la Ontología los elementos mediante preguntas. La variable a analizar se denominará Recuperación de la Información. El resultado de la aplicación de las preguntas se llevará a escala de puntuación para su calificación en una escala de valores si, a veces, nunca. Cada evaluador hará la búsqueda 3 veces y anotará las veces que recupera la información. Los datos se llevaran a nivel porcentual y se registrarán de forma individual por cada evaluador, finalmente se tabulará y se presentarán en datos homogéneos.

Pregunta	Si	A veces	Nunca
7. ¿Los miembros de un proyecto x?			
8. ¿Rol de algún miembro de un proyecto especificado?			
9. ¿Estado de un proyecto especificado?			
10.¿Materiales de un proyecto específico?			
11.¿Riesgos de un proyecto especificado?			
12.¿Artefacto generado por un proyecto especificado?			

**ANEXO 8. Cuestionario 7**  
**EVALUACION POR EXPERTOS DEL MODELO MOSRI.**

**Sección I**

**Exponer el modelo**

Sr(a): Me llamo Anisleiby Fernández Hernández, estudiante de Doctorado de la Universidad de Granada. Mediante este texto le invito a evaluar el Modelo propuesto para diseñar y construir un Sistema de recuperación de la Información basado en Ontología que propongo en mi tesis, por ser usted uno de los expertos con elevada calificación en el tema. La lectura del Modelo solo exigirá de unos 15 minutos y cumplimentar la encuesta también. Le agradecería que brindara sus observaciones y valoraciones sobre la propuesta.

**Nombre: MOSRI** (Modelo Ontológico de Sistema de Recuperación de la Información).

El modelo en su conjunto, tiene como objetivo mostrar el proceso a través del cual se pueda obtener un Sistema de recuperación de información a partir del diseño de una Ontología en la cual se represente, estructure y organice el conocimiento en el dominio de Gestión de Proyectos para su posterior recuperación, como apoyo al proceso de toma de decisiones en esta área del conocimiento.

Las **características generales** del modelo son:

- I. Análisis del dominio
- II. Conceptualización o definición terminológica del dominio
- III. Formalización
- IV. Interfaz de usuario.

Estas características se refieren a la estructuración holística de todas las etapas del Modelo.

**Principios que se han tenido en cuenta para el Modelo:**

1. El modelo que se propone presenta un carácter sistémico, se construyó sobre la base del método sistémico-estructural-funcional, el cuál posibilita comprender la organización, la planificación y la ejecución del proceso de creación de un Sistema basado en Ontologías.
2. El Modelo posee un carácter teórico-metodológico, ya que representa la relación interna de sus componentes y subcomponentes, propicia la orientación de construir un sistema de recuperación de información, y ordena la secuencia lógica de las indicaciones metodológicas para organizar, planificar y construir.
3. Posee además un carácter flexible siendo una propuesta genérica, válida para cualquier temática relacionada con los Sistemas de recuperación de información basados en Ontologías, lo que garantiza su singularidad, factibilidad y pertinencia.
4. El enfoque holístico del modelo está dado primeramente en la concepción del mismo como un todo, como un proceso general que emerge a los componentes pero que a la vez se retroalimenta de ellos. Sin esta consideración el modelo se hace disfuncional.

**Sección II**

**De los principios del Modelo MOSRI exprese su evaluación a través de los siguientes valores:**

Pasos	Muy	Bastante	Importante	Poco	No	Total
-------	-----	----------	------------	------	----	-------

	importante	importante		importante	importante	
1						
2						
3						
4						

### Sección III

De los pasos declarados en la concepción teórica del modelo MOSRI exprese su valoración a través de los siguientes indicadores.

Pasos	Muy importante	Bastante importante	Importante	Poco importante	No importante	Total
1						
2						
3						
4						

### Sección IV

Sobre la integración de los componentes en el modelo responda:

Pasos	Muy importante	Bastante importante	Importante	Poco importante	No importante	Total
1						
2						
3						
4						

### Sección V

Realice cualquier valoración que considere sobre el modelo propuesto

**ANEXO 9. Cuestionario 8****Evaluación de la Ontología**

El objetivo del siguiente cuestionario es obtener la evaluación de la Ontología a partir de los indicadores que se muestran a continuación.

**Marque con una X según corresponda:**

<b>Indicadores</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
5. Uso correcto del Lenguaje		
6. Exactitud de la estructura taxonómica		
7. Validez del vocabulario		
8. Adecuación a requerimientos		

## ANEXO 10 Cuestionario 9

### Evaluación de Sistema

Con el objetivo de Evaluar el sistema, le pedimos que analice las siguientes preguntas y que responda acorde a su experiencia con el sistema.

Marque con una X el valor que le concedes a la variable:

Interrogantes	Si	A Veces	No
10. ¿El sistema de navegación permite al usuario la Recuperación efectiva de la Información?			
11. ¿Están declaradas en el sistema todas sus funcionalidades?			
12. ¿Puede controlar el sistema con facilidad?			
13. ¿El sistema expresa claramente el contenido?			
14. ¿Permite el sistema agregar nuevas bases del conocimiento?			
15. ¿Existe diferencia entre las interfaces de búsqueda y recuperación en el sistema?			
16. ¿Es accesible el sistema?			
17. ¿El sistema está hecho para la Prevención errores?			
18. ¿Posee el sistema claridad arquitectónica?			

## ANEXO 11

### Tareas de desarrollo de la iteración #1.

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:1</b>	<b>Número de HU: 1</b>
<b>Nombre de la tarea: Diseñar e implementar la interfaz principal de usuario.</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tarea debe permitir el diseño y la implementación de la interfaz principal de la aplicación. Esta interfaz debe estar diseñada con un campo de búsqueda, en enlace a las preguntas más buscadas, un enlace a la búsqueda avanzada y un enlace la interfaz de administración de la Ontología.</b>	

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:2</b>	<b>Número de HU: 1</b>
<b>Nombre de la tarea: Definir e implementar cómo mostrar las 5 consultas más buscada.</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tarea debe permitir mostrar las consultas más buscada por los usuarios en la interfaz principal.</b>	

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:3</b>	<b>Número de HU: 2</b>
<b>Nombre de la tarea: Implementar el mecanismo de auto-completamiento.</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tareas debe permitir que se realice el auto-completamiento en el campo de entrada de la consulta en lenguaje natural que se encuentra en la interfaz principal.</b>	

## ANEXO 12

### Tareas de desarrollo de la iteración #2.

Tarea	
Número de la tarea:1	Número de HU: 3
Nombre de la tarea: Implementar el módulo de acceso a datos.	
Tipo de tares: Desarrollo	
Descripción: Esta tareas debe permitir gestionar los datos en la base de datos.	

Tarea	
Número de la tarea:2	Número de HU: 3
Nombre de la tarea: Implementar el módulo de pre-procesamiento.	
Tipo de tares: Desarrollo	
Descripción: Esta tareas debe permitir que una vez entrada una consulta en lenguaje natural se entra en la interfaz de usuario, de esta se deben eliminar espacios en blanco, preposiciones y artículos.	

Tarea	
Número de la tarea:3	Número de HU: 3
Nombre de la tarea: Implementar el módulo Ontología	
Tipo de tares: Desarrollo	
Descripción: Esta tareas debe permitir cargar las clases, relaciones, desde la base de datos donde se tiene la Ontología. También debe permitir cargar los individuos desde la base de datos del XEDRO GESPRO.	

Tarea	
Número de la tarea:4	Número de HU: 3
Nombre de la tarea: Implementar el módulo Motor de Inferencia.	
Tipo de tares: Desarrollo	
Descripción: Esta tareas debe permitir hacer el algoritmo que responda al mecanismo de inferencia de la Ontología. Implementación del analizador semántico, analizador sintáctico y la generación de código intermedio.	

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:5</b>	<b>Número de HU: 3</b>
<b>Nombre de la tarea: Implementar modelo de pregunta #1</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tareas debe permitir hacer el algoritmo que responda al modelo de pregunta #1</b>	

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:6</b>	<b>Número de HU: 3</b>
<b>Nombre de la tarea: Implementar modelo de pregunta #2</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tareas debe permitir hacer el algoritmo que responda al modelo de pregunta #2</b>	

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:7</b>	<b>Número de HU: 3</b>
<b>Nombre de la tarea: Implementar modelo de pregunta #3</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tareas debe permitir hacer el algoritmo que responda al modelo de pregunta #3</b>	

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:8</b>	<b>Número de HU: 3</b>
<b>Nombre de la tarea: Implementar módulo de explicación</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tareas es la encargada de la implementación de módulo de explicación. Este módulo le permitirá a cada algoritmo de los modelos implementados 1, 2 y 3 dar una explicación según las repuestas negativas y positivas que este devuelve.</b>	

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:9</b>	<b>Número de HU: 4</b>
<b>Nombre de la tarea: Diseñar e implementar la interfaz de la Búsqueda Avanzada</b>	

**Tipo de tareas: Desarrollo**

**Descripción: Esta tareas es la encargada de la implementación y el diseño de la interfaz Búsqueda Avanzada**

**ANEXO 13****Anexo3** Tareas de desarrollo de la iteración #3.

<b>Tarea</b>	
<b>Número de la tarea:1</b>	<b>Número de HU: 4</b>
<b>Nombre de la tarea: Implementar la Búsqueda Avanzada</b>	
<b>Tipo de tares: Desarrollo</b>	
<b>Descripción: Esta tareas es la encargada de la implementación, la Búsqueda Avanzada, este tipo de búsqueda es un filtro de los principales recursos de un proyecto.</b>	

## ANEXO 14

### Tareas de desarrollo de la iteración #4.

Tarea	
Número de la tarea:1	Número de HU: 5
Nombre de la tarea: Implementar y diseñar autenticación a la administración de la Ontología	
Tipo de tares: Desarrollo	
Descripción: Esta tareas es la encargada de la implementación de la autenticación al editor de la Ontología, el administrador de Ontología debe contar con un usuario y contraseña.	

Tarea	
Número de la tarea:2	Número de HU: 5
Nombre de la tarea: Implementar y diseñar la interfaz de la administración de la Ontología	
Tipo de tares: Desarrollo	
Descripción: Esta tareas es la encargada de la implementación de la vista de administración de la Ontología.	

Tarea	
Número de la tarea:3	Número de HU: 5
Nombre de la tarea: Implementar la administración de la Ontología	
Tipo de tares: Desarrollo	
Descripción: Esta tareas es la encargada de la implementación de la administración de la Ontología. Insertar, modificar, eliminar, acceder a los elementos de la Ontología.	