



Universidad de Holguín  
“Oscar Lucero Moya”  
Facultad de Informática y Matemática

## **Metodología de desarrollo de Sistemas de Información basados en Ontologías**

**Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Informática**

Autor: Yaniel Carvajal Norma

Tutores: Ing. Irlán Grangel González  
Ing. Rolando Cruz Varona

Holguín, Cuba  
Junio 2010

*“El conocimiento es la mejor inversión que se puede hacer”.*

*Abraham Lincoln*

## **Agradecimientos**

Resultaría imposible el desarrollo de una Tesis, sin el apoyo incondicional de aquellas personas que nos rodean.

Primeramente agradecer a Irlán y a Rolando, por su valioso tiempo dedicado y la confianza en mí depositada.

Agradecer a Jean Carlos, María y Rosa Urquiza por sus magníficas intervenciones.

Agradecer a Octavio León por su ayuda incondicional

Agradecer a mi familia y en especial a mis abuelas, a mi querida madre y hermanos, a mi compañera; en fin, a todos aquellos, que de una forma u otra, contribuyeron a la materialización de esta investigación

A la Revolución, por la hermosa oportunidad en mi formación profesional.

## Dedicatoria

*A la memoria de mis abuelos, Juan Norma y Félix Carvajal.*

*A mi querida madre, Norma Margarita Norma Maceo.*

*A mi padre, Felipe Carvajal Ramírez.*

*A mis abuelas, Aida Maceo Torné y Esmérida Ramírez.*

*A mi compañera, Yuleydis Mailén Donet Miller.*

*A mis hermanos Reinier y Daniel.*

*A mis amigos.*

*A la Revolución.*

*A ellos, con todo el amor que sólo los sentimientos saben dar.*

## **Resumen**

En el entorno cubano, resulta imprescindible que la información que se genera sea más precisa, fiable y efectiva y que su uso permita un mejor proceso de toma de decisiones.

La necesidad de comprensión común, la insuficiente estandarización de la información, la falta de razonamiento automático, el poco reuso y la necesidad de interoperabilidad e integración de Bases de Datos, son factores que afectan profundamente a la calidad empresarial en cuanto a información se refiere.

La presente investigación propone como solución a las carencias anteriormente citadas una metodología que permita desarrollar Sistemas de Información basados en Ontologías, es decir mediante una representación clara y uniforme de un conocimiento compartido, ya que con las mismas los usuarios podrán organizar la información de forma tal que los agentes de software puedan interpretar la información que procesan y de esta manera facilitar la búsqueda e integración de los datos, el conocimiento contenido en diversas aplicaciones sería compartido eficientemente, además de ser procesados automática y manualmente por las máquinas hasta el punto de establecer conclusiones de los mismos, así como tomar decisiones y negociar con otras aplicaciones o personas.

La metodología propuesta es producto de un estudio de las ontologías, origen, estructura, funciones y aplicaciones. La misma se compone de cuatro etapas: Análisis; Modelado Conceptual; Aplicación; Evaluación.

La metodología está dirigida hacia aquellas aplicaciones de propósito general que basados en lógica, reglas puedan describir un dominio y brinden respuestas semánticas y no necesariamente están sobre la plataforma Web.

## **Summary**

At the surroundings Cuban, is really essential the generated information to be more precise, reliable and effective and that your use enable a better lead-in process of decisions.

The need of common understanding, the insufficient standardization of the information, the deficiency of automatic reasoning, the little reuse and the need of interoperability and integration of the Databanks (DB), are factors that affect deeply the entrepreneurial quality as to information it is referred.

Present investigation proposes as a solution to the above-cited scarcities a methodology of development of Information Systems based in Ontologies, due to by using them, It means that a clear and uniform representation of shared knowledge, the users will be able to organize the information in such a way that the agents of software may interpret the information they process and this way making easier the quest and integration of the data, the knowledge contained in various applications would be shared efficiently, in addition to stand trial automatic and manually for the machines to the extent of establishing conclusions of them, as well as taking decisions and negotiating with other applications or people.

The proposed methodology is product of a study of Ontologies, origin, structure, functions and applications. It is compound by four stages: Analysis; Conceptual modeling; Application; Evaluation.

The methodology is headed toward those applications of general purpose than based in logic and rules may describe a command and offer semantic answers and which are not necessarily on the platform Web.

## **Índice**

Introducción.....	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica .....	9
1.1 Sistema de Información .....	9
1.1.2 Evolución de los SI.....	9
1.1.3 Definición de Sistema de Información .....	11
1.1.4 Principales funciones de un SI .....	11
1.1.5 Tipos de SI .....	12
1.1.7 Debilidades de los SI en el entorno cubano .....	15
1.1.8 Metodologías de Desarrollo de Sistema de Información .....	16
1.2 Web Semántica.....	17
1.2.1 Elementos básicos de la Web Semántica .....	19
1.3 Historia de la Ontología .....	25
1.3.1 Definición de Ontología. ....	26
1.3.2 Tipos de Ontologías .....	27
1.3.3 ¿Por qué alguien desearía desarrollar una Ontología?.....	28
1.3.4 Metodologías para la Construcción de Ontologías.....	30
1.4 ¿Qué es un Sistema de Información basado en Ontologías?.....	35
1.5 Conclusiones Parciales.....	36
Capítulo 2: Descripción de la Metodología .....	37
2.1 Metodología .....	37
2.2 Tipo de metodología .....	39
2.3 Etapas de la Metodología .....	40
2.3.1 Participantes del desarrollo del Sistema .....	41
2.3.2 Escenario 1: Análisis. ....	41
2.3.3 Escenario 2: Modelado Conceptual.....	48
2.3.4 Escenario 3: Aplicación. ....	57
2.3.5 Escenario 4: Evaluación.....	58
2.4 Valoración de sostenibilidad de la metodología propuesta .....	64
2.5 Validación de la metodología propuesta .....	67
2.6 Conclusiones Parciales.....	69
Conclusiones Generales .....	71

## Metodología de desarrollo de Sistemas de Información basados en Ontologías.

### Índice

---

Recomendaciones.....	72
Glosario de términos. ....	73
Bibliografía .....	75
Anexos .....	I
Anexo 1 Componentes de un SI. ....	I
Anexo 2 Tipos de SI.....	II
Anexo 3 Proceso de desarrollo de Methontology. ....	III
Anexo 4 Componentes de un SIBO .....	IV
Anexo 5 Proceso de modelado conceptual propuesto por Methontology. ....	V
Anexo 6 Dimensiones e Indicadores para evaluar la calidad de un SIBO .....	VI
Anexo 7 Coincidencias de los criterios de evaluación de Ontologías. ....	VII
Anexo 8 Esquema de evaluación. ....	VIII
Anexo 9 Encuesta.....	IX



## **Índice de Tablas**

Tabla 2.1 Relaciones.....	50
Tabla 2.2 Instancias. ....	50
Tabla 2.3 Atributos de instancia. ....	51
Tabla 2.4 Atributos de clase.....	51
Tabla 2.5 Glosario de términos. ....	52
Tabla 2.6 Diccionario de conceptos. ....	53
Tabla 2.7 Descripción de relaciones binarias.....	54
Tabla 2.8 Descripción de atributos de instancias. ....	54
Tabla 2.9 Descripción de atributos de clase.....	54
Tabla 2.10 Descripción de constantes.....	55
Tabla 2.11 Descripción de axiomas formales.....	55
Tabla 2.12 Descripción de reglas. ....	55
Tabla 2.13 Criterios del encuestado acerca de la ventajas que aportan la Ontologías a SI.....	68
Tabla 2.14 Criterios del encuestado acerca de la metodología propuesta .....	69

## **Índice de Figuras**

Fig. 1.1 Arquitectura de la Web Semántica. ....	19
Fig. 1.2 Grafo RDF. ....	23
Fig. 1.3 Pasos para la construcción de Ontologías mediante la metodología Kactus. ....	32
Fig. 1.4 Pasos de la metodología TOVE. ....	33
Fig. 1.5 Ontología SENSUS. ....	34
Fig. 1.6 Ciclo de Vida de Methontology. ....	35
Fig. 2.1 Metodología Incremental. ....	40
Fig. 2.2 Escenarios, propósitos y actividades de la metodología propuesta. ...	41
Fig. 2.3 Escenario1. Análisis. ....	43
Fig. 2.4 Escenario2. Modelado Conceptual. ....	48
Fig. 2.5 Diagrama de relaciones binarias. ....	53
Fig. 2.6 Escenario 3. Aplicación. ....	57
Fig. 2.7 Escenario 4. Evaluación. ....	60

## **Introducción**

Actualmente, el ser humano se ha sumergido en un océano de información<sup>1</sup>, por lo que estos tiempos son catalogados como la “Era de la Información”. [1] De una forma u otra, en el quehacer de cada día toda persona ha tenido contacto con los Sistemas de Información<sup>2</sup> (SI), para fines tanto personales como profesionales. Por ejemplo, cuando se accede a una cuenta bancaria mediante un cajero automático o al realizar búsquedas de información en la Web.

La información constituye hoy para las compañías una gran fortuna de valor, ya que la misma representa prácticamente todo lo relacionado con la empresa, así como los datos del personal de la entidad, experiencias que se van almacenando con el decursar del tiempo, los informes de los resultados obtenidos, entre otros. “Los inversionistas se sirven de SI para tomar decisiones en las que están en juego millones de dólares; las instituciones financieras los emplean para transferir por medios electrónicos enormes cantidades de dinero en todo el mundo, las compañías manufactureras, por su parte, los utilizan para hacer pedidos de suministros y distribuir bienes con mayor rapidez que nunca”. [1] Pero debido a los diferentes puntos de vista con que se desarrollan los SI, se produce la falta comunicación entre los mismos, por la falta de entendimiento mutuo. “Por otro lado, existe la necesidad de reutilización de este conocimiento para que resulte eficiente esta automatización”. [2]

“La creciente globalización, el proceso de internacionalización de la empresa, el incremento de la competencia en los mercados de bienes y servicios, la rapidez

---

<sup>1</sup> Stair Ralph, Reynolds George Reynolds (1999): Información, conjunto de datos organizados de tal manera que adquieren valor adicional más allá del que poseen por si mismos

<sup>2</sup> Stair Ralph, Reynolds George Reynolds (1999): Sistema de información es un conjunto de elementos o componentes interrelacionados para recolectar (entrada), manipular (procesamiento) y diseminar (salida) datos e información, que cuenta además con un mecanismo de retroalimentación para el cumplimiento de un objetivo.

en el desarrollo de las tecnologías de información, el aumento de la incertidumbre en el entorno y la reducción de los ciclos de vida de los productos originan que la información se convierta en un elemento clave para la gestión, así como para la supervivencia y crecimiento de la organización empresarial". [3] Es por ello que resulta de vital importancia que los SI tengan una mayor funcionalidad para con los usuarios, que sean precisos en cuanto a la información y perfeccionen el alcance de resultados satisfactorios. "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". [4]

Hoy se vive en un mundo globalizado, donde lo que más importa es la información. El exceso de información va creciendo notablemente. La Web actual sólo brinda conexiones entre datos que los humanos tienen que interpretar. "Otra carencia de la situación actual es que, con los estándares Web del momento, no se puede diferenciar entre información personal, académica, comercial, etc. Además no todas las páginas proporcionan igual cantidad de información, debido precisamente a que no existe un formato o convenio que nos diga qué contenido debemos añadir a las páginas Web. Por otro lado, los agentes de búsqueda actuales no se diseñan para "comprender" la información que reside en la Web, precisamente porque es prácticamente imposible conocer la representación de los datos ubicados en las diferentes páginas". [5]

Debido a la gran revolución por la que está atravesando la Web, se advierte la necesidad de que la información pueda interpretarse sin necesidad de intervención humana y para ello las Ontologías representan gran ventaja ya que permiten que el conocimiento sea representado mediante: conceptos, relaciones, funciones, instancias y axiomas.

"En una Web Semántica estructurada ontológicamente, los buscadores de Internet dejarán de arrojar millones de resultados indiscriminados, la mayor parte de ellos irrelevantes, y ofrecerán información cualitativa, muy parecida a

la que puede haber seleccionado un especialista humano en la materia de búsqueda”. [6] “La misma permitirá satisfacer mayor potencial a las Web, permitiendo que los datos sean compartidos con eficiencia por grandes comunidades, y sea procesada automáticamente y manualmente por las herramientas”. [7] Pero para que esto sea posible tiene que existir una buena comunicación entre los sistemas y el conocimiento sea reutilizable.

La ontología<sup>3</sup> se origina en el campo de la Inteligencia Artificial (IA) y es tan antigua como la filosofía. Desde el punto de vista filosófico “es una explicación sistemática de la existencia, en los sistemas basados en el conocimiento, lo que existe es exactamente lo que se puede representar, y lo que se representa, mediante un formalismo declarativo, se conoce con el nombre de Universo de Discurso. El Universo de Discurso de una ontología es el conjunto de objetos que están representados en ella y sobre los cuales se puede hablar y razonar”. [8]

La ontología especifica los términos empleados para detallar y caracterizar un dominio determinado, por lo que el significado de la información podrá ser interpretado de una manera más representativa, de manera que la búsqueda e integración de los datos sea más eficiente y rápida debido a la organización de la información que aporta la misma.

“Las Ontologías favorecen la comunicación entre personas, organizaciones y aplicaciones porque proporcionan una comprensión común de un dominio, de modo que se eliminan confusiones conceptuales y terminológicas”. [9] Éstas se construyen siguiendo la ideología de un diccionario o catálogo ya que se representa mediante el significado de las palabras, la vinculación entre ellos, almacenamiento y reutilización del conocimiento adquirido.

“Las ontologías están llegando a ser una herramienta fructífera en la investigación y desarrollo de la disciplina de los SI. Las mismas están desarrollándose y aplicándose en una variedad de áreas de aplicación

---

<sup>3</sup> Gruber (1995): una ontología es una especificación de una conceptualización consensuada.

emergentes tales como modelización de empresas, diagnósticos, toma de decisión, planeamiento y adaptación, modelado de procesos y sistemas”. [10]

En el entorno cubano se aplican en la actualidad actividades de control de la calidad donde la información es vital para un desempeño de las responsabilidades de los individuos involucrados en el trabajo empresarial.

Los SI producen informes que contienen todo lo referente a la entidad tanto interna como externamente, por lo que la información necesita ser percibida, analizada y comunicada con claridad para el buen desempeño de las responsabilidades de cada individuos dentro de la organización.

Cuando se hace un análisis del control de la calidad de una empresa en el entorno empresarial cubano se tienen en cuenta normas que permiten medir la eficiencia y eficacia con que se cumplen las labores dentro la misma, algunas de ellas son:

1. Información y comunicación.
  - a) Información y responsabilidad.
  - b) Contenido y flujo de información.
  - c) Calidad de la información.
  - d) Flexibilidad al cambio.
2. Control de la tecnología de la información.

Existen además debilidades que atentan contra el buen funcionamiento de los SI en el entorno empresarial cubano:

Se previene la existencia de problemas semánticos y de estandarización que dificultan la comunicación entre sistemas, trayendo consigo la redundancia de datos, información y conocimiento contenido en dominios y aplicaciones que trabajan con diferentes perspectivas y términos para las mismas ideas y conceptos, creando además la necesidad de incrementar la reutilización del conocimiento en aras de moderar el exceso de información.

Se advierte la necesidad que los SI en el entorno empresarial cubano interoperen entre sí, es decir, que puedan trabajar conjuntamente de forma automática sin esfuerzo por parte del usuario.

No se desarrollan SI que establezcan razonamiento automático, por lo que en ocasiones no permiten la obtención de lo que se pide, arrojando una serie de resultados inconsistentes. No establecen relaciones entre datos, lo que imposibilitan la integración de esquemas de bases de datos. Para ello las ontologías juegan un papel fundamental, ya que las características de esta nueva forma de representación del conocimiento solucionan las necesidades de los SI expuestas anteriormente y permiten que se cumplan las normas de control de calidad en el entorno empresarial cubano en cuanto a información se refiere.

Sin embargo, específicamente en el entorno cubano, se carece de metodologías y procedimientos que permitan, de forma práctica y sustentada por sólidos fundamentos teóricos, la aplicación de las ontologías a los SI, lo cual se traduce en desventaja debido a las potentes características de esta herramienta informática.

Partiendo de la problemática planteada se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo incluir las Ontologías en la metodología tradicional de desarrollo de SI? Siendo esta el **problema científico** al que se pretende dar solución.

Dicho problema se enmarca en el **objeto de estudio**: Las Ontologías en el tratamiento de la información.

Cuyo **campo de acción**: Proceso de desarrollo de SI basado en Ontologías. Para resolver el problema se plantea el siguiente **objetivo**: Proponer una metodología que cree las bases teórico-prácticas para la aplicación de las Ontologías en los SI desarrollados en el entorno empresarial cubano.

Como guía para la investigación se plantearon las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuál es el estado del arte de los SI, Web Semántica y Ontologías?
2. ¿Cuáles son las metodologías existentes para realizar SI basados en Ontologías?
3. ¿Cómo diseñar la propuesta de una metodología de desarrollo de SI basada en Ontología que favorezca y agilice el trabajo de los mismos en el entorno empresarial cubano?
4. ¿Será sostenible la metodología propuesta?
5. ¿Cómo proponer la metodología en el proceso de desarrollo de SI en el entorno cubano?
6. ¿Cómo validar la metodología propuesta?

El curso de la investigación se organizó a partir de las siguientes **tareas**:

1. Realizar un estudio del estado del arte en los SI, Web Semántica y Ontologías.
2. Estudiar metodologías existentes para diseñar y construir SI basados en Ontologías.
3. Analizar y diseñar una metodología basada en Ontologías que favorezca el desarrollo de SI en el entorno empresarial cubano.
4. Realizar la valoración de sostenibilidad de la metodología propuesta.
5. Proponer una metodología basada en Ontologías que perfeccione la manera tradicional de desarrollo de SI.
6. Aplicar una encuesta para conocer el nivel de aceptación de la metodología propuesta.

Para llevar a cabo la investigación se combinan diferentes **métodos empíricos** como:

- La revisión de documentos con el fin de revisar un conjunto de documentos, relacionados con el tema de la investigación y recopilar la información necesaria para justificar la problemática planteada y la elaboración de la metodología como propuesta para su solución.
- La observación con el objetivo de tener una idea del rol que juegan las ontologías en el tratamiento de la información, jugando un papel



fundamental en la definición del problema a estudiar y en la elaboración del diseño de la investigación.

- La aplicación de encuestas a desarrolladores de SI con el fin de evaluar el grado de aceptación de los encuestados respecto a la metodología propuesta.

Para la obtención de los resultados de la encuesta se utilizó el **método estadístico**:

- Delphi el cual permitió realizar el procesamiento de los criterios emitidos por los desarrolladores de SI, con el objetivo de conocer el grado de aceptación de la metodología propuesta y de esta forma establecer la validación de la misma.

Entre los **métodos teóricos** se empleó:

- Histórico-lógico con el fin de vincular los datos históricos de las ontologías con su desarrollo actual en el tratamiento de la información, facilitando así la comprensión del por qué del uso de las Ontologías en los SI.
- Análisis y síntesis con el objetivo de desglosar la investigación en partes para más tarde integrarlo en un todo y lograr de esta forma conformar la metodología propuesta.
- Modelación para lograr reproducir la investigación que se lleva a cabo.

La investigación está apoyada en el uso de SI basados en Ontologías.

El documento está estructurado en Introducción, dos capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, bibliografía, glosario de términos y anexos.

En el Capítulo 1 se ofrece un detallado estado del arte en aquellas tecnologías y metodologías involucradas en la investigación. Primeramente se realiza un estudio acerca del surgimiento de los SI, metodologías que más se destacan en el desarrollo de los mismos, así como las normas de calidad y necesidades que existen en el entorno empresarial cubano en cuanto a información se

refiere. Seguidamente se analizan las principales carencias de la Web, de cómo la Web Semántica puede ser una solución que ayude a resolver estas deficiencias y se discuten los elementos básicos que conforman la misma. Luego se aborda la definición de lo que se conoce hoy como Ontología, sus ventajas y principales metodologías de desarrollo de ontologías. Finalmente se brinda una breve definición de Sistema de Información basado en Ontología.

En el Capítulo 2 se aborda la descripción de la metodología propuesta, conjuntamente con sus cuatro fases de desarrollo (Análisis, Modelado Conceptual, Aplicación, Evaluación), así como la justificación del tipo de metodología de desarrollo de SI empleada y de los actores que intervienen en cada proceso. Se fundamenta cada una de las etapas proponiendo los pasos a seguir durante su desarrollo. Se aborda además el proceso de validación de la metodología, de acuerdo al criterio de desarrolladores de SI, mediante el empleo de la encuesta.

## **Capítulo 1: Fundamentación Teórica**

Los principales objetivos de este capítulo son abordar el papel que juegan los SI y la Web semántica en la actualidad, el rol de las Ontologías como base para la construcción de SI, sus trasfondos históricos, ideas y elementos fundamentales, así como las metodologías construidas a fin de agilizar y aportar una visión más, hacia el horizonte de la ontología “como una teoría de conceptos/vocabulario para la construcción de un sistema para el procesamiento de información”. [11]

### **1.1 Sistema de Información**

“El presente es más significativo cuando tenemos una mejor comprensión del pasado, muchos historiadores consideran que una de las características principales de las civilizaciones progresistas ha sido su habilidad para producir y utilizar la información de manera eficaz”. [12] La necesidad de contar con información tanto interna como externa, cada vez más completa, en el momento oportuno y con la estructura adecuada como herramienta para la toma de decisiones es, por lo tanto, un elemento de vital importancia.[13]

Es por ello que la misma “ocupa una papel fundamental, no sólo como un conjunto más de datos que contribuyen a mejorar la toma de decisiones, sino como un activo estratégico que proporciona ventajas competitivas a las organizaciones que la gestionen eficientemente”. [14]

Desde la época de la revolución industrial, el ser humano ha dependido en gran medida de las máquinas para el buen desempeño de las tareas cotidianas. Debido al eminente desarrollo de la producción, las organizaciones aumentaron vertiginosamente provocando que la información fuera creciendo notablemente, tanto en tamaño como complejidad, creando como consecuencia un incremento desenfrenado de SI, al grado de avanzar intensamente en el campo de la tecnología.

#### **1.1.2 Evolución de los SI**

Las computadoras tuvieron sus inicios a partir de la década de los 40. No fue hasta la década de los 50 que se comenzó con los primeros Sistemas de Procesamiento de transacciones, donde su principal objetivo era reducir los costos partiendo de la automatización de numerosos sistemas administrativos tradicionales.

En la década de los 60 comenzaron a desarrollarse los SI inicialmente administrativos que producían informes referentes a la administración de la organización que de forma general eran elaborados reiteradamente.

Con la aparición de los microprocesadores, hacia la década de los 70 surge un incremento del empleo de las computadoras en el mercado industrial, el nacimiento de nuevas aplicaciones y la madurez de lenguajes como Smalltalk, COBOL, FORTRAN contribuyen a la evolución de nuevos SI. [15]

Debido a los grandes avances tecnológicos en la década de los 80, los SI comenzaron a desarrollarse con mayor eficacia y los costos fueron reduciéndose, fue entonces cuando los SI iniciaron una nueva etapa en apoyo a las actividades de toma de decisiones.

Ya en la década de los 90 se alcanzan significativos logros en cuanto a la IA y los Sistemas Expertos (SE), permitiéndose así que los usuarios de estos sistemas puedan enriquecerse y utilizar el conocimiento de expertos y especialistas.

A partir del 2000 “la sociedad industrial ha dado paso a una nueva sociedad, en donde la mayoría de las personas trabajan con información en lugar de producir bienes. Los procesadores principales son los Pentium. Y el tema principal en SI es el Internet, y los SI”. [15]

En resumen, se puede decir que el estudio de los SI se originó en un principio para entender la gestión de la ciencias tecnológicas aplicadas dentro de las organizaciones “que cada día se enfrentan a nuevos retos como alcanzar niveles máximos de calidad y satisfacción de sus clientes, llevar una adecuada gestión de sus recursos humanos, lanzar nuevos productos al mercado y

mantener y consolidar su posición”. [14] Es por ello que los SI han sido motivo de estudio de las organizaciones a lo largo de la historia con el fin satisfacer las necesidades de información del ser humano.

### **1.1.3 Definición de Sistema de Información**

Un SI es “un conjunto de componentes que interaccionan entre sí para lograr un objetivo común”. [16] Dichos componentes se enumeran a continuación:

1. **Información:** Es el elemento fundamental y su razón de ser, debe adaptarse a las personas que la manejan y los medios técnicos con que cuenta la empresa según los procedimientos de trabajo, para que las actividades se realicen de forma eficaz.
2. **Personas o usuarios:** Son quienes manejan y utilizan la información para realizar sus actividades en función de los procedimientos establecidos.
3. **Recursos o equipo de soporte:** Son quienes manejan y utilizan la información para realizar sus actividades en función de los procedimientos establecidos (generalmente equipos de telecomunicaciones o computacional aunque no necesariamente debe ser de esta tipo).

La constante evolución de la tecnología, junto a la aparición de nuevas y más complejas formas de utilización de la misma y a la completa interconexión y globalización de la economía, y los sistemas, implican que, más que nunca, las Tecnologías de la Información ofrecen extraordinarias oportunidades, a la vez que elevados costes e importantes riesgos.[17]

### **1.1.4 Principales funciones de un SI [18]**

1. **Recogida de la información:** Es la actividad de registrar o captar información para que pueda utilizarse con posterioridad. El problema principal radica en la creación de un soporte físico adecuado y la elección de un código eficiente para su representación.
2. **Acopio o acumulación:** Consiste en la agrupación de la información recogida en lugares y momentos diferentes.
3. **Tratamiento de la información:** En él se destacan operaciones de

ordenamiento, de cálculo aritmético-lógico y de transferencia de información.

4. Difusión de la información: El problema de la difusión consiste en dar respuesta a tres preguntas fundamentales, cómo, cuándo y a quién.

### **1.1.5 Tipos de SI**

Hasta la actualidad se han desarrollado diferentes tipos de SI para satisfacer las necesidades de información de las empresas:

**Sistemas de Apoyo para la toma de Decisiones:** Los DSS (Decision Support Systems, por sus siglas en inglés), “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”. [14]

**SI gerencial:** Los MIS (Management Information System, por sus siglas en inglés), permiten gestionar la información referente a los procesos de transacciones producidas a nivel operacional dentro de una organización, eliminando el trabajo tedioso y rutinario realizado por dichos procesos dentro de la empresa.

**Sistema de procesamiento de transacciones:** Los TPS (Transacción Procesation System, por sus siglas en inglés), permiten gestionar la información referente a los procesos de transacciones producidas a nivel operacional dentro de una organización, eliminando el trabajo tedioso y rutinario realizado por dichos procesos dentro de la empresa.

**SE e IA:** Se originan dentro de la IA. “Son sistemas que permiten simular el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción de un experto humano en cualquier rama de la ciencia. Estas características le permiten almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, aprender de la experiencia y los datos existentes, comunicarse con expertos humanos, explicar el por qué de las decisiones

tomadas y realizar acciones como consecuencia”. [19]

**SI a ejecutivos:** Los IES (Information Systems to Executive, por sus siglas en inglés), como su nombre lo dice “están dirigidos a apoyar el proceso de toma de decisiones de los altos ejecutivos de una organización” [19], “organizando sus actividades, solucionándoles complicaciones no estructuradas, creando un ambiente que les permita pensar en los problemas estratégicos de manera informada”. [14]

#### **1.1.6 Calidad empresarial cubana, en cuanto a información se refiere [20]**

En el entorno empresarial cubano una de las normas que intervienen en las actividades del control de la calidad de una empresa es el Control de la Tecnología de Información, garantizando el cumplimiento de las necesidades de la entidad. Para ello se trazan objetivos como:

- Utilizar tecnología informática para llevar a cabo los planes estratégicos de la entidad.
- Obtener, procesar y mantener la información de manera completa y exacta y entregársela a las personas correspondientes para permitir cumplir con sus responsabilidades.
- Disponer de los SI según sean necesarios.

Otro de los componentes a tener en cuenta en el entorno empresarial cubano es la Información y Comunicación, donde los SI se encargan de producir “informes que contienen información operativa, financiera y datos sobre el cumplimiento de las normas que permiten dirigir y controlar la entidad de forma adecuada”.

Es imprescindible en una empresa que la información que resulte más importante sea percibida, analizada y comunicada con claridad de tal forma que los trabajadores de la entidad puedan hacer un uso correcto de la misma para con sus funciones. Es por ello que en el entorno empresarial cubano resulta necesario que la comunicación sea esencialmente inseparable de los SI, ya que si no existe una buena comunicación entre las tecnologías de información

y las personas involucradas en los procedimientos de gestión de la información no se cumplirán con eficiencia y efectividad las responsabilidades de los trabajadores involucrados en la entidad. Algunas de las normas son:

**Información y responsabilidad:** “La entidad debe disponer de una información, corriente, fluida y oportuna, relativa a los acontecimientos internos y externos”, de esta forma se podrá cumplir correctamente con las responsabilidades de cada individuo de la organización, ya que los usuarios identificarán la información relevante para proveerse de respuestas pertinentes ante cualquier situación.

**Contenido y Flujo de Información:** “La información debe ser clara y con un grado de detalle ajustado al nivel de la toma de decisiones”. La misma debe referirse tanto a la que se produce como consecuencia de las actividades cotidianas realizadas dentro de la entidad, como la generada que el entorno en el que la empresa está situada y desarrolla sus acciones.

**Calidad de la información:** “La información disponible en la entidad debe cumplir con los atributos de contenido apropiado, oportunidad, actualización, exactitud y accesibilidad”. Esta norma toma como punto de evaluación la calidad de la información y resulta indispensable obtener un apropiado nivel de desempeño de los valores mencionados en las consultas en línea incorporadas en los SI modernos, ya que la misma afecta directamente la capacidad de tomar decisiones correctas en el momento preciso.

**Flexibilidad al cambio:** “El SI debe ser revisado y, de corresponder, rediseñado cuando se detecten deficiencias en su funcionamiento y productos”. Es necesario que la aplicación sea capaz de adaptarse ante la decisión de incorporar nueva especificaciones, términos y datos que se consideren relevantes sin necesidad de eliminar la información existente, cuidando de que el sistema no se recargue.

**El SI:** “El SI debe diseñarse atendiendo a la estrategia y al programa de operaciones de la entidad, o sea, en correspondencia a su objeto social y las actividades para las cuales fue creada la misma”. Los SI tienen como meta



fundamental apoyar la estrategia, misión, política y los objetivos de la entidad y para ello deban identificar, recoger, procesar y comunicar la información necesaria en un plazo determinado.

### **1.1.7 Debilidades de los SI en el entorno cubano**

En el entorno empresarial cubano los SI de información han logrado un notable desarrollo, incrementando en el día a día el número de los mismos, sin embargo existen necesidades que de no ser suplidas pueden afectar severamente el buen funcionamiento de los SI, destacándose así:

**La falta de estandarización de la información:** Lo que provoca que existan confusiones semánticas y se imposibilite la comunicación en aplicaciones. Muestra de ello se puede ver en los departamentos de Contabilidad y Recursos Humanos, ambos trabajan en ocasiones con igual tipo de información, por ejemplo, el concepto representado por “obrero” en una base de datos (BD) puede pertenecer a obrero cualificado, mientras que en otra puede pertenecer a cualquiera que labore en la entidad, sea o no cualificado. Esto trae como consecuencias que exista redundancia de información debido a que cada sistema establecerá diferentes términos y formas de representar la realidad para los mismas ideas conceptos.

**La falta de razonamiento automático:** La capacidad que tiene un sistema de extraer elementos de conocimiento sobre la base del conocimiento que ha sido almacenado; En este caso el conocimiento de un dominio. Es decir, sin intervención humana los sistemas no pueden inferir conocimiento a partir de los datos contenidos en ellos, arrojando en ocasiones millones de resultados incorrectos, lo que imposibilita una correcta toma de decisiones.

**Poco reuso:** Los desarrolladores de software no se dan cuenta que muchas veces el conocimiento que desean generar es usado por varios dominios al mismo tiempo, por lo que se detienen a pensar que ese conocimiento puede ser reutilizado para beneficio propio sin necesidad de crear uno, por lo que crea su propia base de conocimiento, trayendo como consecuencia que exista un exceso de información, repeticiones de ideas, términos y conceptos.

**La necesidad de interoperabilidad:** Resulta muy necesario que los SI logren ponerse de acuerdo en los términos que emplean, para que puedan interactuar conjuntamente de forma automática, a fin de que puedan intercambiar conocimientos y satisfacer la necesidad de información existente actualmente.

Las debilidades presentadas con anterioridad contribuyen a la evaluación de la posible adopción de una forma de representación del conocimiento que garantice la efectividad de la comunicación de la información.

### **1.1.8 Metodologías de Desarrollo de Sistema de Información**

“Una metodología completa es algo más que una notación, un proceso, y herramientas”. [15]

Entre las metodologías que más se destacan están:

- **Estructurada:** Esta metodología se caracteriza por poseer un tiempo de desarrollo largo. “Se centra en especificar lo que se requiere que haga el sistema o la aplicación, permitiendo que las personas observen los elementos lógicos (lo que hará el sistema) separados de los componentes físicos del sistema (computadoras, terminales, etc.). Además se enfoca en la creación de programas formados por módulos independientes unos de otros desde el punto de vista funcional”. [21] Para desarrollar este método se sigue un proceso de desarrollo (TOP-Down), es decir, que requiere que se cumplan todas las etapas, para poder cumplir las siguientes.
- **Evolutiva incremental:** Esta metodología se deriva de la estructurada. Permite seguir secuencias ascendentes o descendentes en las etapas del desarrollo. Permite cumplir etapas o fases en paralelo, por lo que es más flexible que la estructurada.
- **Orientada a Objetos:** Esta metodología no modela la realidad, sino la forma en que las personas comprenden la realidad. Es un proceso ascendente basado en una abstracción de clases en aumento. Se basa en la identificación de objetos, definición y organización de librerías de clases, creación de macros para aplicaciones específicas. Es más reutilizable.

Utiliza menor cantidad de código.

- **Prototipo:** “Este método hace que el usuario participe de manera más directa en la experiencia de análisis y diseño que cualquiera de los ya presentados”. [21] Se desarrolla primeramente un modelo de prueba y una vez que el usuario considere que es el correcto se culminan con todas las funcionalidades. Esta metodología permite realizar consultas muy simples y sencillas. Perfecciona los detalles indefinidos y/o incompletos de los usuarios.

## **1.2 Web Semántica**

“La Web Semántica puede ayudar a la evolución del conocimiento humano como un todo”. [22]

Con la creación de la WWW (World Wide Web, por sus siglas en inglés) en 1989 se da un paso de avance para el logro de la conexión entre varios sistemas de software y la reducción de la mediación entre operadores humanos. El 1 de Octubre, Tim Berners-Lee crea el consorcio internacional W3C (World Wide Web Consortium, por sus siglas en inglés) con la misión de *“guiar a la Web hacia su máximo potencial mediante el desarrollo de protocolos comunes que promuevan su evolución y garanticen su interactividad”* [23], y esto lo lograría mediante el establecimiento de una Web a la que pudiera acceder cualquier usuario del planeta sin ningún tipo de distinción, mediante el desarrollo de una correcta y eficaz tecnología que permita perfeccionar y afianzar el empleo de la Web.

Actualmente, la Web constituye una gran fuente de servicios a los que se puede acceder desde cualquier parte del mundo, enterrando así el objetivo para el cual fue pensada en sus inicios, el de compartir información.

Con el aumento de la información, el incremento de los medios para acceder a la misma, la distribución de la información, la complejidad y el tiempo empleado por los usuarios de la Web, entre otros factores, contribuyeron al escalamiento de la cima de lo que se conoce hoy en día como Web Semántica, que envuelve “una nueva forma de representación del conocimiento, representación del

conocimiento que apalanca y mejora algunos métodos anteriores” [24], donde la palabra “Semántica” parte de la lingüística que estudia el significado de las palabras. “La semántica son significados compartidos, asociaciones, y conocimiento acerca del uso de las cosas”. [24]

El principal problema que más atenta contra el buen funcionamiento de la Web en la actualidad es: “La inexistencia de información procesable automáticamente por máquinas” [25], de ahí es la carencia de interpretación, por lo que los agentes de software no diferencian el tipo de información ya que estos no están diseñados para comprender. Ello provoca, sin duda, falta de precisión y exhaustividad en los resultados obtenidos. Falta de precisión por cuanto en los resultados que presenta un buscador se hallan páginas que no tienen relación alguna con la necesidad informativa requerida. [26] Ejemplo de ello es cuando en una página se realiza una búsqueda por la palabra “Caballo”, el buscador lo puede interpretar como un mamífero de gran alzada y alimentación herbívora, que es utilizado por el hombre para diversas tareas, pero además puede interpretarlo como una pieza de ajedrez o un aparato de gimnasia.

Otros de los problemas que presenta la Web en el presente, es que en muchas ocasiones no es muy concreta en las respuestas que brinda, así como que el usuario no puede garantizar cuán fiable puede ser la información encontrada en la Web.

Una solución para dicho problema es crear un lenguaje formal que permita que los sistemas informáticos puedan comprender y hacer un buen uso de la información.

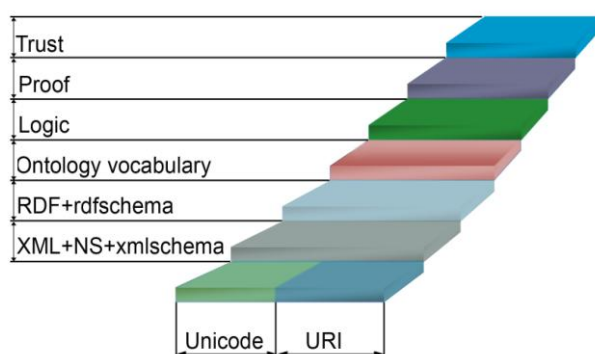
Para resolver estas deficiencias se dispone de la Web semántica denominada “la Web donde las aplicaciones serán capaces de efectuar un procesamiento de la información mucho más profundo. Esta Web estará caracterizada por programas capaces de “comprender” el contenido de las páginas Web, y por tanto, de relacionar la información contenida en páginas hoy aisladas, de procesarla, de discriminar la más fiable en un momento dado, e incluso de

deducir o inferir información no registrada previamente, tomando decisiones con un cierto grado de autonomía”. [26]

La Web Semántica cuenta con un conjunto de técnicas que representan el contenido RDF (Marco de Descripción de Recursos) y OWL (Lenguaje de Ontologías Web) y lenguajes que describen los datos XML (eXtensible Markup Language, por sus siglas en inglés), dichas tecnologías se armonizan permitiendo que los gestores de contenidos interpreten los documentos y realicen procesos inteligentes de captura y tratamiento de información.

Las disciplinas que más contribuyeron con la Web Semántica fueron: La teoría gráfica, que no era más que una estructura gráfica constituida por muchos enlaces, la misma fue comenzada en 1936 por el famoso matemático Leonard Euler, y la descripción lógica.

Resulta fundamental establecer ciertos modelos de desarrollo para que exista un correcto funcionamiento de la Web Semántica. Para que la Web Semántica conste de una buena reutilización del conocimiento, exista una buena comunicación, interoperabilidad, confiabilidad y especificación, existe una arquitectura basada en 7 capas Fig. 1.



**Fig. 1.1 Arquitectura de la Web Semántica. Fuente: Adaptado de [27]**

### **1.2.1 Elementos básicos de la Web Semántica**

**Unicode:** “Es un estándar cuyo objetivo es proporcionar el medio por el cual un texto en cualquier forma e idioma pueda ser codificado para el uso informático. El mismo permite mostrar información en cualquier idioma y con la certeza de que no aparezcan símbolos extraños”. [7]

**URI:** “En primer lugar, vale la pena mencionar la importancia de las URI (Unique Resource Identifier, por sus siglas en inglés) que permiten tanto la identificación única de un recurso, como el establecimiento de las relaciones existentes entre los recursos”. [28]

Partes del URI:

- Fragmento: Permite identificar una parte del recurso principal, o vista de una representación del mismo.
- Autoridad: Elemento que identifica la autoridad de los nombres.
- Consulta: Información con estructura no jerárquica que identifica un recurso del esquema URI y la autoridad de nombres.
- Esquema: Nombre que se refiere a una especificación para asignar los identificadores<sup>4</sup>.
- Ruta: Información usualmente organizada en forma jerárquica que identifica al recurso en el ámbito del esquema.

**XML:** Desarrollado por el World Wide Web Consortium “es un lenguaje para definir metadatos (datos acerca de datos) etiqueta, nombre, espacios, y estructuras de datos”. [29]

De acuerdo a que el XML es un estándar en el que se puede compartir información estructurada de manera fiable y segura entre diferentes plataformas siempre y cuando se cuente el validador correspondiente (DTD o XML Schema).

Un documento XML, se puede diseñar en cualquier editor de texto y desarrollar con cualquier aplicación sin problemas, aunque por lo general se necesita realizar un proceso de validación que puede ser efectuado de dos formas mediante un archivo DTD o a través de XML Schema.

**DTD:** (Document Type Defintion, por sus siglas en inglés) es una descripción de estructura y sintaxis de un documento XML. De esta forma, los documentos,

---

<sup>4</sup> Mills Davis (2004): Los identificadores del recurso (URI) proveen la base para representar identidades los símbolos, los números y las palabras que hace datos.

pueden ser validados, se conocen las estructuras de los elementos y la descripción de los datos que trae consigo cada documento.

**XML Schema:** Esquema XML es un archivo XML que contiene la misma información que los DTD's con algunos complementos, como por ejemplo, definir qué elementos son permitidos dentro del documento XML, qué tipos de datos, qué restricciones sobre los datos, qué atributos son los que pueden aparecer, cuáles elementos son hijos de cuáles, etc.[28]

Entre las principales ventajas del XML se encuentra que es un metalenguaje extensible, por lo se pueden adicionar nuevas etiquetas con el objetivo de extender XML. Otra de las ventajas es que no hay necesidad de construir un analizador distinto para cada versión, pues que el mismo es estándar. Existe compatibilidad entre aplicaciones, ya que se cuenta con una estructura de fácil entendimiento y procesamiento.

**RDF:** Marco de Descripción de Recursos, es un framework para metadatos<sup>5</sup> desarrollado por la World Wide Web Consortium.

Es un lenguaje multipropósito universal para establecer una representación de la información contenida en la Web.

“La meta amplia de RDF es definir un mecanismo para describir recursos que no hace suposiciones acerca de un dominio aplicativo particular ni define, *a priori*, la semántica de cualquier dominio aplicativo”. [30]

RDF implanta un modelo que permite representar metadatos, además representa una sintaxis capaz codificar y transportar toda la información a XML, por lo aumenta notablemente la interoperabilidad que se desarrolla entre servidores y clientes Web.

Con la creación de RDF pueden ser representados valores y propiedades, donde las propiedades resultan ser atributos que representan relaciones entre los recursos.

---

<sup>5</sup> Senso (2002): Los metadatos describen las características, contenidos informativos, gestión de derechos y accesibilidad a los recursos de información (información sobre la información).

El modelo RDF consta de tres tipos de objetos:

- Recursos: Son todas aquellas cosas que se encuentran descritas por las expresiones RDF. Estos pueden ser páginas Web enteras o una parte de ellas, una imagen, un archivo, una colección entera de páginas.
- Propiedades: Característica, atributo o una relación que describe un recurso. Cada propiedad encierra un significado único, define sus valores permitidos, tipos de recursos y relaciones con otras propiedades.
- Declaraciones: Un recurso específico conjuntamente con una propiedad determinada y el valor de esa propiedad para ese recurso es una declaración RDF. Estas tres partes individuales de una declaración son designadas, respectivamente, el tema, el predicado, y el objeto.

La siguiente figura muestra la descripción de la información de una persona mediante un RDF representado en forma de grafo, donde RDF emplea un URI para identificar diferentes tipos de recursos y cosas [28]:

- Individuos, ejemplo Eric Millar, identificado por:  
<http://www.w3.org/People/EM/contact#me>
- Tipos de cosas, ejemplo Person identificado por:  
<http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#Person>.
- Propiedades de estas cosas, ejemplo mailbox identificado por:  
<http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#mailbox>.
- Valores de éstas propiedades, ejemplo <mailto:em@w3.org>.



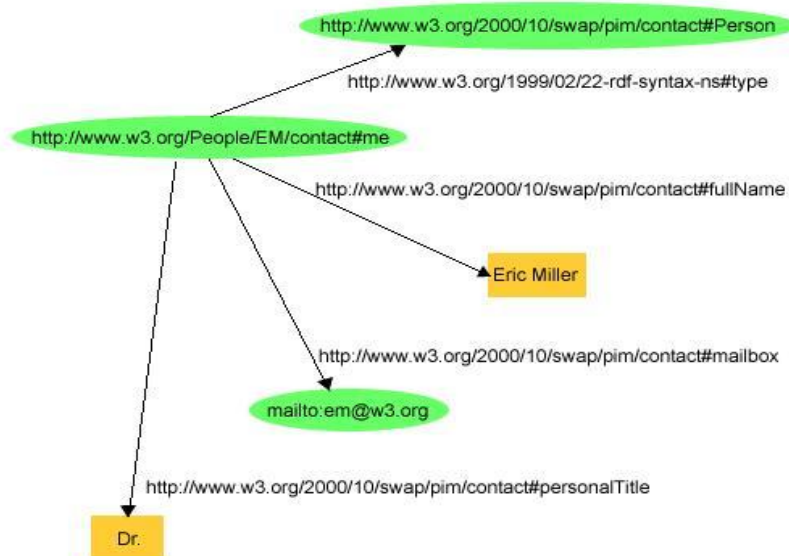


Fig. 1.2 Grafo RDF. Fuente: [28].

“Debido a la importancia que representa este framework en una gran variedad de aplicaciones como catálogos de bibliotecas, directorios mundiales, sindicación y agregación de noticias, software y contenido, colecciones personales de música, fotos, eventos, entre otras aplicaciones se puede afirmar que RDF junto con las firmas digitales será la clave para construir el "Web de confianza" para el comercio electrónico, la colaboración y otras aplicaciones”. [31]

**RDF Schema:** RDFS o RDF Schema o Esquema RDF es una extensión Semántica de RDF que proporciona los elementos básicos para la descripción de vocabularios. “Este modelo de datos permite la creación de clases de datos donde una clase está definida como un grupo de cosas con características comunes”. [28]

El RDFSchema define las propiedades y tipos de recursos, se inclina preferentemente hacia la representación del conocimiento y proporciona información acerca de la interpretación de una sentencia dada en un modelo de datos RDF.

**OWL:** Debido a la falta del suficiente poder expresivo de RDF/RDFS surge una ola de nacimientos de nuevos lenguajes con una mayor capacidad de

expresión como OWL -Lenguaje de Ontologías Web- en el 2004, que es un lenguaje marcado para publicar y compartir datos empleando ontologías. “RDF y OWL son estándares de la Web Semántica que proporcionan una infraestructura para la gestión de activos, integración empresarial y la compartición y reutilización de datos en la Web”. [32] Debido a que es un formato estándar, se puede decir que todos los usuarios pueden llegar tener conjuntamente el mismo tipo de información para hacer un buen uso de ella, ya que esta herramienta ofrece una gran posibilidad de compartir ontologías públicamente accesibles, compatibilidad, equilibrio entre expresividad y escalabilidad, integración e interoperabilidad de datos, aunque no se use el mismo software.

“Es el lenguaje que actualmente más se está usando en la descripción de Ontologías pues supone un nuevo horizonte en el mercado de sistemas de organización del conocimiento”. [28] El objetivo fundamental de OWL es aportar una forma de representación del conocimiento, de tal manera que los datos en la Web puedan ser interpretados por las máquinas con mayor claridad.

OWL se compone de diferentes sublenguajes con un poder de expresividad mayor que el anterior [6]:

1. OWL Lite: Permite crear jerarquías de clasificación y restricciones sencillas.
2. OWL DL: Denominada así por permitir representar la Lógica Descriptiva (DL), está orientada a los casos en los que se necesita el máximo poder expresivo, pero sin perder por ello la completitud computacional de los sistemas de razonamiento.
3. OWL Full: Ofrece la máxima capacidad de expresividad, pero no garantiza que se puedan realizar razonamientos en tiempos computables.

Cada uno de estos sublenguajes es una extensión de su predecesor más simple.

"OWL supone un gran paso adelante en la representación y organización de conocimiento en la World Wide Web. Se posiciona como ganador entre las

necesidades de la industria de un lenguaje que dirija sus casos de uso Web actuales, y las restricciones de desarrollar un lenguaje de ontologías que sirva de engranaje a principios científicos establecidos y experiencia de investigación". [32]

**Pruebas (Prof):** "Se intercambiarán "pruebas" escritas en el lenguaje unificador de la Web Semántica. Este lenguaje posibilita las inferencias lógicas realizadas a través del uso de reglas de inferencia". [7]

**Confianza (Trust):** "Hasta que no se haya comprobado de forma exhaustiva las fuentes de información, los agentes deberían ser muy escépticos acerca de lo que leen en la Web Semántica". [7]

#### **Firma digital (Digital Signature)**

"Utilizada por los ordenadores y agentes para verificar que la información ha sido ofrecida por una fuente de confianza". [7]

### **1.3 Historia de la Ontología**

En Filosofía, la Ontología es una de las disciplinas más relevantes que existen, identificada con la Escolástica Medieval. "La Ontología se ocupa de la definición del ser y de establecer las categorías fundamentales o modos generales de ser de las cosas a partir del estudio de sus propiedades". [33]

El primero que empleó el término "Ontología" fue Rodolfo Goclenio en obra Lexicon philosophicum en 1613 donde alega que la ontología es la filosofía del ente. Luego Leibniz entre las líneas escritas en su Introductio ad Encyclopaediam arcanam aporta la definición de la Ontología como ciencia de lo que es y de la nada, del ente y del no ente, de las cosas y de sus modos, de la sustancia y del accidente. Christian Wolff reafirma la "ciencia del ente en general, en cuanto que ente" [34], es decir la ciencia que estudia todo lo referente al ser en cuanto a todo aquello que es, existe o puede ser o existir.

Heidegger alega que existe una ontología que es principal que estudia la composición de todo lo que existe o puede ser, dicha ontología es llamada la

“Metafísica<sup>6</sup> de la existencia”. También asegura que la Metafísica confunde al ser con el ente, todo lo contrario a la ontología que expone que el ser y el ente son diferentes.

En los últimos años, la Informática rescata la definición de ontología perteneciente al área de la Filosofía en el que se refiere “al intento de formular un exhaustivo y riguroso esquema conceptual dentro de un dominio dado, con la finalidad de facilitar la comunicación y compartición de la información entre distintos sistemas” [35], tomando protagonismo en las ciencias de la computación, concretamente en Inteligencia Artificial.

### **1.3.1 Definición de Ontología.**

Si se decide realizar una búsqueda por el gran diccionario de la Lengua Española Larousse acerca del concepto de Ontología se puede llegar a la conclusión de que es parte de la metafísica que estudia el ser en general y sus propiedades trascendentales. Es un concepto concerniente a la Filosofía donde la Ontología “es una explicación sistemática de la existencia, en los sistemas basados en el conocimiento, lo que existe es exactamente lo que se puede representar” [8] y que a partir de la década de los noventa comienza a cobrar protagonismo en la informática, principalmente “en IA donde lo que existe es exactamente aquello que puede ser representado computacionalmente”. [25]

Existe cierta diversidad en cuanto a las definiciones del concepto de ontología, por ejemplo Thomas Gruber en 1993 expone:

*“Una Ontología es una especificación explícita de una conceptualización”.* [36]

El autor indica que una ontología se reduce a la representación de un dominio abstracto mediante el uso de conceptos, propiedades y relaciones, de forma tal que dicha representación sea lo más clara y precisa posible.

Más tarde, en 1998, con el objetivo de refinar la idea de Gruber, Borst expone la siguiente idea:

---

<sup>6</sup> Andrónico de Rodas (siglo I a.C.): Metafísica es aquello que sigue a las explicaciones sobre la naturaleza o lo que viene después de la física.

*“Una Ontología es una especificación formal de una conceptualización compartida”.* [36]

En esta frase el empleo del término “formal” indica que debe expresarse de forma uniforme para que ésta pueda ser reutilizada y leída por cualquier máquina y con el vocablo “compartida”, el autor afirma la necesidad de que el conocimiento contenido en las ontologías sea aprobada por un grupo.

Luego, en 1998 Studer se encargó de mezclar la definición de Gruber y la de Borst, aportando una definición mucho más completa del concepto Ontología:

*“Una Ontología es una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida”.* [25]

Por tanto, se puede afirmar que en la actualidad no existe una definición exacta del concepto ontología. “Para ser una tecnología cuyo principal cometido es clarificar, explicitar y consensuar el conocimiento relativo a un determinado dominio, resulta paradójico que no exista un consenso claro sobre lo que una ontología es o debería ser” [37]

### **1.3.2 Tipos de Ontologías**

Atendiendo a diferentes puntos de vista se puede decir que existen dos clasificaciones de tipos de ontologías: Por el tipo de conocimiento que contienen y por la motivación de la ontología.

**Según el conocimiento que contienen pueden ser clasificadas en:**

- Ontologías Terminológicas: Especifican los términos que son usados para representar un dominio determinado. Suelen ser usadas para relacionar vocabularios en un área determinada.
- Ontologías de Información: Especifican la estructura de almacenamiento de bases de datos, brindando un marco para el almacenamiento normalizado de información.
- Ontologías de Modelado de Conocimiento: Especifican conceptualización

del conocimiento contenido y contienen una avanzada organización interna.

**Por la motivación, las Ontologías pueden clasificarse en:**

- Ontologías para la representación del conocimiento: Permiten representar dominios de conceptos fundamentales que se encuentran junto a los formalismos de representación del conocimiento, por lo que son denominados meta-ontologías.
- Ontologías de Alto Nivel (genéricas): Éstas representan conceptos muy generales independientes de un problema o dominio en particular. Por lo que sería ideal tener ontologías unificadas de alto nivel para grandes comunidades de usuarios.
- Ontologías de Aplicación: Describen conceptos que dependen de una tarea en particular. “Típicamente estas ontologías toman conceptos de ontologías del dominio y genéricas, así como métodos específicos para realizar la tarea, por lo que frecuentemente no pueden ser reutilizadas”. [25]
- Ontologías de Dominio y Ontologías de Tarea: Describen, respectivamente, el vocabulario relacionado a un dominio, una tarea o actividad genérica.

### **1.3.3 ¿Por qué alguien desearía desarrollar una Ontología?**

En la actualidad, las ontologías se emplean en una gran variedad de aplicaciones informáticas que necesitan de una buena definición de las relaciones conceptuales que existen entre conceptos. ¿Por qué alguien desearía desarrollar una ontología?

Los objetivos principales a tener en cuenta para el desarrollo de una ontología son:

*Compartir entendimiento común de la estructura del conocimiento, entre personas o agentes de software.* Es uno de los objetivos más importantes a tener en cuenta al desarrollar una Ontología, ya que coloca los términos y

conceptos de un dominio específico con el propósito de que los agentes de software y personas que interactúan con la aplicación puedan extraer y agregar toda la información que estimen necesaria para satisfacer sus intereses. Por ejemplo, dos sitios Web que publican información perteneciente a una misma rama de la ciencia deberían emplear la misma ontología para que exista uniformidad en la información que agregan o extraen los agentes de software en dichos sitios, para satisfacer las necesidades e intereses de los usuarios que interactúan con la aplicación.

*Permitir la reutilización de conocimiento de un dominio.* Puede darse el caso en que un conocimiento determinado sea usado por varios dominios al mismo tiempo, en caso de que dicho conocimiento se encuentre formado en una ontología entonces podrá ser utilizado por aquellos que lo requieran sin necesidad de desarrollar una ontología propia. Por ejemplo, si una persona o grupo de investigadores decide desarrollar una ontología lingüística de forma detallada donde se tienen en cuenta los nombres, verbos, adjetivos, sinónimos, entre otros elementos referentes al tema, otras personas o grupos de investigadores podrán reutilizar dicha información en sus dominios, así como integrar varias ontologías para construir una ontología de un dominio más general.

*Separar el conocimiento del dominio del conocimiento operacional.* “Una Ontología expresa el conocimiento del dominio de manera general de forma tal que pueda ser utilizado y manipulado por diversas técnicas o algoritmos”. [38] Un ejemplo de ello se puede ver mediante la descripción de una tarea como el desarrollo de una ontología que acceda a calcular los precios de algunos artículos de una tienda, para ello se puede aplicar un algoritmo que permita realizar el cálculo de los precios de determinados artículos de la tienda, se puede utilizar el mismo algoritmo para calcular el precio de un carro si se alimenta la ontología con carro como artículo de dicha tienda.

*Analizar el conocimiento de un dominio.* “El análisis formal de los términos es extremadamente valioso al intentar reusar ontologías existentes y al extenderlas”. [39] Esto se refiere a que es de gran importancia ya que permite

realizar un detallado análisis en cuanto al estudio de los términos y relaciones que componen a un dominio dado.

*Realizar inferencias a partir del conocimiento contenido en ella.* Es decir, que partiendo de reglas de inferencia empleando conocimiento que se encuentra implícito en la ontología, la misma puede razonar e inferir conclusiones y respuestas a consultas muy parecidas a las que un ser humano puede dar.

*Lograr la interoperabilidad entre SI.* “Dos sistemas son interoperables si pueden trabajar conjuntamente de forma automática y para ello las ontologías sirven para traducir los términos usados por una aplicación a otra (las aplicaciones pueden estar escritas en distintos lenguajes de programación). Por ejemplo una aplicación que utilice el término “materia prima” y otra que emplea “suministro”: Ambas no podrían trabajar juntas. Para lograr que interoperen la Ontología haría de traductora usando el término “recurso”, de esta forma actuaría como puente entre ambas aplicaciones como una especie de lengua común”. [9]

Existen ventajas que permiten que el uso de ontologías constituyan un factor de relevancia en cuanto a la recuperación de información, entre las que se encuentran la posibilidad de compartir un vocabulario común que permite que la información que se encuentra incluida en los documentos puede ser expresada con claridad, las relaciones entre conceptos que son representadas por axiomas, permite representar un amplio dominio de conocimiento, se puede construir una estructura conceptual tan definida y amplia como sea precisa y posibilita la creación de recursos independientes y propios.

#### **1.3.4 Metodologías para la Construcción de Ontologías**

“La enorme revolución tecnológica producida en los últimos años, principalmente en lo relacionado con Internet, ha obligado a un gran trabajo de valoración de tecnologías a emplear en el propósito de construir un marco de trabajo de gran flexibilidad”. [40] Debido a la gran evolución de Internet el ser humano no ha descansado en su trabajo de enriquecer la Web Semántica, para ello se ha encargado de perfeccionarla con el empleo de ontologías, considerada como “un arte más allá de la tecnología” [11], es por ello que en la



actualidad se cuenta con una diversidad de metodologías creadas para la construcción de ontologías, mediante las que se muestran los pasos a seguir para el proceso de desarrollo y perfeccionamiento de las mismas, destacándose así:

**Diligence:** Metodología de desarrollo de Ontologías basada en la colaboración de múltiples participantes, de manera que la creación de una ontología se concibe como un proceso social, distribuido y muy poco controlado. Se hace hincapié en el consenso, facilitando un marco para la discusión de diferentes propuestas y el intercambio de argumentos a favor de las diferentes posibilidades hasta llegar a un acuerdo final. Se asume también que toda ontología debe evolucionar constantemente a lo largo del tiempo, de forma que permite introducir nuevas etapas en ellas, en las cuales los usuarios pueden introducir sucesivas modificaciones. [26]

**Cyc:** Metodología creada por Lenat en 1990 en la se forma un conocimiento general con la ayuda de herramientas para el procesamiento de lenguaje natural, partiendo de aquellos elementos más frecuentes y usuales incluidos en varias fuentes de conocimiento.

**Terminae:** Metodología elaborada por Aussenac-Gilles en el 2002, su principal función radica en construir ontologías tomando como punto de partida el análisis gramatical de textos, utilizando algunas herramientas como Syntex que elabora un listado de algunas palabras, expresiones aparecidas en un texto determinado y posibles dependencias lingüísticas, de esta forma los datos son empleados como entrada para el desarrollo del modelado junto con el texto original.

**Metodología de Ingeniería del conocimiento:** Creada por Ushold y Gruninger en 1996, donde su principal objetivo se basa en el diseño y mantenimiento de ontologías, caracterizada por 6 etapas fundatmentales:

1. Definición del dominio, alcance y propósito.
2. Adquisición y conceptualización.
3. Reutilización de ontologías existentes.

4. Especificación formal.
5. Población con instancias individuales.
6. Evaluación y documentación

**Kactus**: Creada por Bernaras en 1996, construye una ontología preliminar para el refinamiento y aumenta con nuevas definiciones [41], la misma parte de una base de conocimiento mediante un procedimiento reducción de los elementos fundamentales del conocimiento estudiado, para ello sigue los pasos descritos en la siguiente figura:

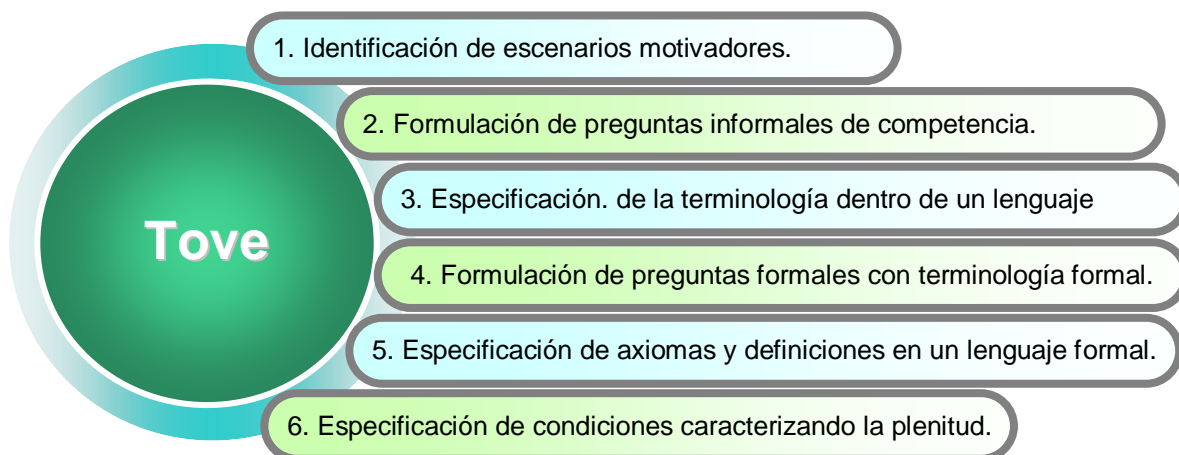


**Fig. 1.3 Pasos para la construcción de Ontologías mediante la metodología Kactus. Fuente: Adaptado de [41].**

**Competency Questions**: Una de las formas de determinar el alcance de la ontología es bosquejando una lista de preguntas que la base de conocimientos basada en la ontología debería ser capaz de responder, preguntas de competencia. Esas preguntas servirán después como prueba de control de calidad. Las preguntas de competencia son solamente un bosquejo y no necesitan ser exhaustivas. [39]

El principal objetivo de las preguntas de competencia se concentra en la extracción de los conceptos más importantes, características (propiedades), relaciones y axiomas.

**TOVE**: Metodología que fue creada por Gruninger y Fox en 1995 y consta de los siguientes pasos:



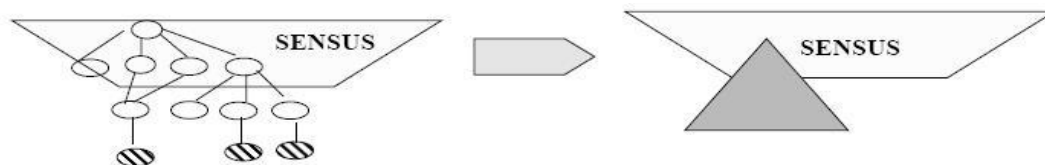
**Fig. 1.4 Pasos de la metodología TOVE. Fuente: Elaboración propia.**

**On-To-Knowledge:** Metodología que incluye la identificación de los objetivos alcanzados por las herramientas de gestión del conocimiento y está basado en el análisis de escenarios de uso. [42] Para ello propone los siguientes pasos:

1. Estudio de viabilidad
2. Punto de partida
3. Refinamiento
4. Evaluación
5. Mantenimiento de la ontología

**SENSUS:** Es una ontología empleada para procesar el lenguaje natural. “SENSUS tiene más de 50 000 conceptos organizados en una jerarquía, de acuerdo a sus niveles de abstracción”. [43] La misma se compone de información abundante proveniente de una gran variedad de fuentes de conocimiento, “es un enfoque Top-Down para derivar ontologías específicas del dominio a partir de grandes ontologías”. [44] Esta metodología se encarga de agrupar los elementos fundamentales de un dominio en particular para luego entrelazarse con una ontología más general, luego son escogidos los elementos más notables para establecer una descripción del dominio y delimitar el campo de la ontología. Esta metodología “incluye términos con un alto y un medio nivel de abstracción. Los términos de dominio son asociados

con SENSUS con el fin de construir ontologías para dominios particulares, y cualquier término irrelevante es podado en SENSUS”. [43]



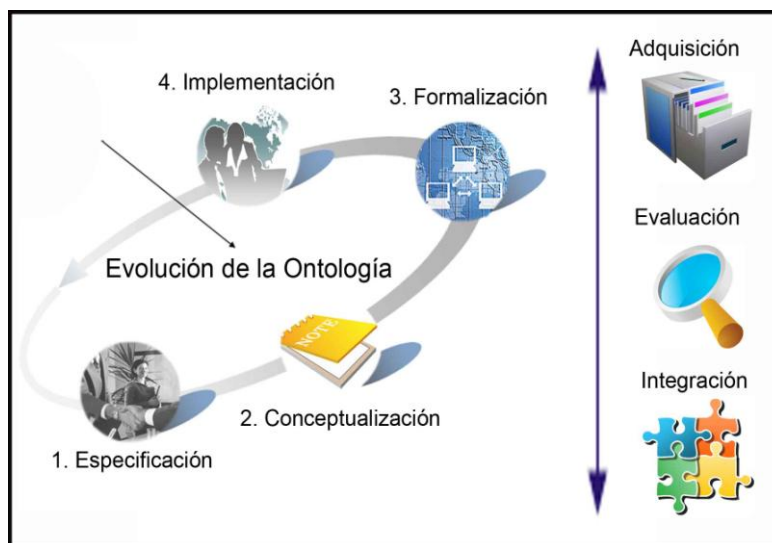
**Fig. 1.5 Ontología SENSUS. Fuente: [41].**

**Methontology:** “Es una metodología creada en el Laboratorio de IA de la Universidad Técnica de Madrid. La creación de la ontología puede empezar desde cero o en base a la reutilización de otras existentes. Methontology incluye la identificación del proceso de desarrollo de la ontología (calendario, control, aseguramiento de calidad, adquisición de conocimiento), un ciclo de vida basado en la evolución de prototipos, para lo cual se sigue los pasos definidos en el estándar IEEE 1074 de desarrollo de software” [42], dichos pasos se describen a continuación:

1. Especificación: Especificar el dominio, nivel de formalidad, propósito y alcance del contenido, así como el lenguaje y prototipo de la ontología.
2. Conceptualización: Construir un modelo conceptual partiendo de la adquisición de conocimiento, mediante un conjunto de representaciones intermedias tabulares y gráficas, etc. “Estas representaciones pueden ser evaluadas por los expertos del dominio y los ontólogos.” [41]
3. Formalización: Para lograr formalizar el modelo conceptual propuesto.
4. Implementación: Para implementar el modelo conceptual ya formalizado de la ontología.
5. Mantenimiento: Labor que puede acarrear desde el borrado de instancias ya inútiles o la incorporación de nuevas instancias que se han ido produciendo con el tiempo, hasta las tareas de introducción de cambios en el contenido de la información, ya sea redefiniendo atributos, relaciones o incluso conceptos.

**EL ciclo de vida de la Ontología** establece una asociación entre las diferentes etapas por las que la ontología transita en su período de vida, figura las

acciones que se han de desarrollar en cada una de sus etapas, y la relación que existe entre las mismas.



**Fig. 1.6 Ciclo de Vida de Methontology. Fuente: Adaptado de [41].**

## **1.4 ¿Qué es un Sistema de Información basado en Ontologías?**

Es impresionante cómo en la actualidad las ontologías están acaparando la atención de los desarrolladores de SI, debido a la estructura semántica que aporta la misma, logrando resolver los problemas de interoperabilidad semántica entre SI, mediante el entendimiento común.

Esto ha llevado al surgimiento de los Sistemas de Información basados en Ontologías (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”. [4]

“Un SIBO es un conjunto de componentes estructurales, manejados/soportados por Ontología/s que permiten gestionar datos-información-conocimiento, para hacer explícito el conocimiento compartido del dominio, y para facilitar la portabilidad, la interoperabilidad y la extensibilidad del sistema, en un contexto organizacional determinado”. [45]

Un SIBO está conformado por:

- Programa de aplicación: Es encargado de garantizar la unificación y distribución de la información y la lógica de procesamiento de datos Datos-Información-Conocimiento. La ontología, consistente de los conceptos del dominio y sus relaciones, se convierte en el diagrama de clases del programa de aplicación.[45]
- Bases de datos: La ontología juega el papel de mediador entre los usuarios y los recursos de información, debido a que la misma proporciona contenido semántico a los datos y permite interoperabilidad entre la bases de datos.[45]
- Interfaz de usuario: La ontología es la facultada para realizar la interpretación del lenguaje natural al lenguaje del sistema, es por ello que la misma apoya al usuario a navegar a través de la aplicación o a visualizar u conjunto determinado de datos.[45]

## **1.5 Conclusiones Parciales**

1. En este capítulo se realizó un detallado estudio acerca de las bases teóricas de los SI, la Web Semántica y las Ontologías.
2. Los tipos de SI que existen son: Sistemas de apoyo para la toma de decisiones; SI gerencial; Sistema de procesamiento de transacciones; Sistemas expertos y SI a ejecutivos.
3. Se estudiaron las normas a tener presentes en la calidad empresarial cubana en cuanto información se refiere.
4. Se analizaron algunas de las debilidades que más resaltan en el desarrollo de SI en el entorno cubano.
5. Las metodologías de desarrollo de SI estudiadas que más destacaron son: Estructurada; Evolutiva incremental; Orientada a objetos; Prototipo.
6. Se analizaron las ventajas que reportan las ontología al desarrollo de SI.
7. Se estudiaron las principales metodologías de diseño de ontologías estudiadas, resaltando Methontology por considerarse un estándar para la ingeniería del conocimiento.
8. Sobre la base de lo analizado a lo largo del capítulo se determinó que: Al contar con una ontología en un SI se facilita la recuperación, distribución, interoperabilidad, intercambio de información de manera eficiente.

## **Capítulo 2: Descripción de la Metodología**

Sobre la base de las conclusiones parciales del capítulo anterior, en este capítulo se propone una metodología<sup>7</sup> para el diseño y desarrollo de SI basados en el conocimiento.

Se hace una descripción de cada una de las etapas de la metodología propuesta, así como la proposición de técnicas que permitan realizar minuciosa y eficientemente el proceso de diseño y desarrollo de la ontología.

### **2.1 Metodología**

En el capítulo anterior se abordó brevemente el por qué surgen las ontologías dentro de las ciencias de la información, conceptos y elementos fundamentales que de una forma u otra fortalecen un SI, así como algunas de las metodologías creadas con el fin de orientar el proceso de evolución de la ontología. Puede que después de ello exista el interés de diseñar una ontología para un SI, pero no se tiene el conocimiento suficiente y es por ello que en ocasiones no se sabe por qué punto de partida comenzar, cómo descubrir que la solución que se está proponiendo es la más adecuada para dar cumplimiento a la problemática planteada, qué técnicas y procedimientos existen para garantizar la calidad del software, qué recursos serán los más idóneos para emprender esta tarea asignada. Todas estas problemáticas y otras con igual relación surgen en el momento justo de diseñar un software.

El desarrollo de una ontología es una tarea que lleva mucho cuidado y para desarrollarla deben lograrse una serie de habilidades. Es por ello que año tras año son muchos los esfuerzos que se emplean para enriquecer el proceso de desarrollo de ontologías con una madurez infinita, capaz de llegar a aquellos individuos que decidan caminar por el interminable sendero del conocimiento, con el objetivo de lograr en sus sistemas el establecimiento de las relaciones que existen entre los diversos dominios de información, la preservación de gran parte del conocimiento proveniente de expertos, la actualización mucho más rápida de la información, la rapidez del trabajo de los SI, la reutilización de conocimiento y el entendimiento entre diversas aplicaciones informáticas.

---

<sup>7</sup> Lecuanda (2009): Una metodología es un conjunto de métodos empleados para el desarrollo de sistemas automatizados.

Gruber ha diseñado un conjunto de criterios que permiten orientar y evaluar la interoperabilidad<sup>8</sup> entre los programas basados en una conceptualización compartida.

1. **Claridad:** Es la perfección con que se perciben y distinguen las definiciones de los términos escogidos para el diseño de ontologías. “Una ontología debería comunicar eficazmente el significado pretendido de los términos definidos. La motivación para definir un concepto, podría provenir de situaciones sociales o requisitos computacionales, sin embargo la definición debería ser independiente del contexto social o computacional”. [46] Es por ello que se precisa de un mínimo de error en el momento de realizar una selección de un conjunto particular de la ontología para los significados de los términos selectos. Es necesario aclarar que toda ontología que cumpla con este criterio estará contribuyendo a la interoperabilidad semántica entre sistemas de software, ya que permite la definición de un lenguaje abierto y comprensible para los agentes de software.
2. **Coherencia:** Es la conexión, relación que existe entre las definiciones de la ontología y los axiomas, de forma tal que constituyan un conjunto de unidad y sin contradicciones. Por lo que se hace necesario que las deducciones que se definan sean sólidas y guarden una estrecha relación con los axiomas establecidos en la Ontología, y para ello deben ser lo más claras y lógicas posibles. “Si una frase que se infiere de los axiomas contradice una definición, resultará que la ontología es incoherente”. [46]
3. **Extensibilidad:** No es más que la condición de que una ontología sea fácilmente extensible, a fin de que la información contenida en ella pueda incrementarse para crecer una ontología ya existente. “Una Ontología debería ser diseñada para anticipar el uso de un vocabulario compartido”. [46] Al agregar términos nuevos, es necesario que los mismos estén claramente definidos y/o preferentemente sin que sea necesario alterar las definiciones existentes en la ontología.

---

<sup>8</sup> Abian (2005): Es la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y usar información que ha sido intercambiada.

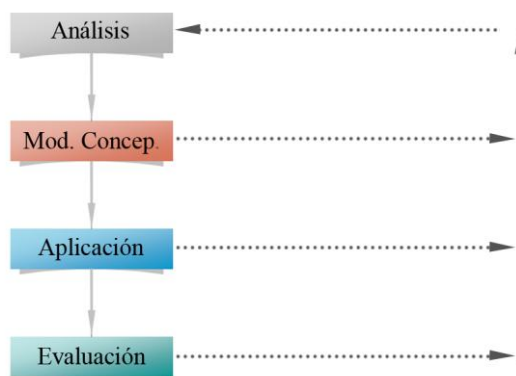


- 4. Mínima dependencia con respecto a la Codificación:** “Las conceptualizaciones debería ser especificadas en un nivel de conocimiento y no en una codificación a nivel de símbolos”. [46] La meta de la ontología es representar hechos verdaderos, aun cuando parece más conveniente consentir la exactitud de la ontología. Es por ello que resulta más conveniente para la ontología implementada que no se logre un compromiso de precisión en el desarrollo de la codificación de la misma.
- 5. Mínimo Compromiso Ontológico:** “Una ontología debería imponer las menores exigencias posibles sobre el dominio que modela, permitiendo a las partes comprometidas con la ontología tener libertad para especializar e instanciar la ontología como lo necesiten”. [46] Con el fin de que el individuo pueda realizar sus tareas con toda cabalidad surge la necesidad de que los agentes de software puedan enriquecer la ontología donde crean que sea más eficiente para el cumplimiento de sus objetivos.

Es importante además especificar que para que un sistema cuente con una calidad de diseño y desarrollo totalmente eficiente es de vital importancia que exista una fuerte comunicación y cooperación entre aquellos que intervienen en cada una de sus etapas.

## **2.2 Tipo de metodología**

Para la realización de la investigación se propone emplear una metodología de desarrollo incremental, ya que la misma crea las bases para “usar las salidas de las etapas antecedentes, como entradas en las etapas sucesivas, y facilita corregir cualquier error detectado o llevar a cabo mejoras en los distintos productos que se generan a lo largo de su aplicación”. [47]

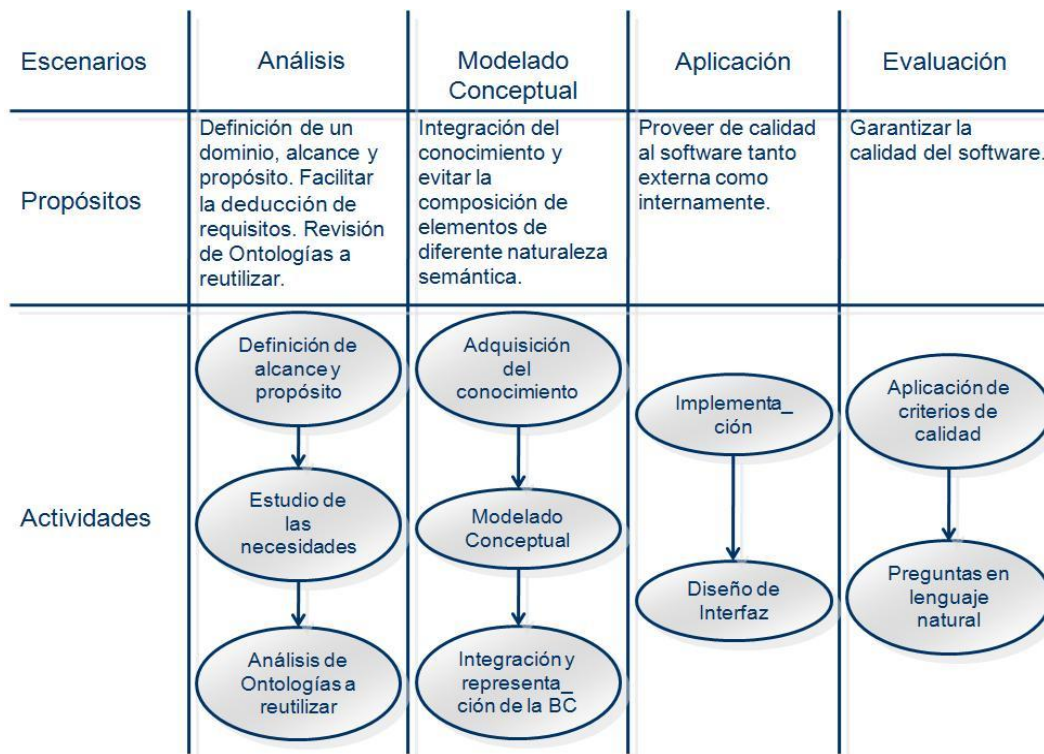


**Fig. 2.1 Metodología Incremental. Fuente: Elaboración propia.**

## **2.3 Etapas de la Metodología**

“Un SI constituye una representación de fenómenos del mundo real y mientras más se conozca acerca de la realidad, se podrán realizar mejores modelos de la misma, y por ende, mejores SI”. [10] Basados la 14th Conferencia de SI en América [48] y en los escenarios de los SI de Graciela Barchini, Margarita Álvarez y Susana Herrera 2006 [10], que fueron inspirados por grandes conocedores de la Ontología como Guarino (Guarino, 2005), Jasper y Uschold (Jasper y Uschold, 2005), Milton (Milton y Kazmierczak, 1999) y Wand y Weber (Wand y Weber, 1990), e incorporando y adaptando los principios y ciclos básicos de las metodologías para el desarrollo de SI, reutilizando métodos y actividades observadas en las metodologías de diseño y desarrollo de ontologías expuestas en el capítulo anterior, el autor crea y adapta los escenarios o etapas, métodos y artefactos de implementación con el fin de proponer una metodología que aplique un soporte para el diseño y desarrollo de SI basados en tecnologías del conocimiento, adaptando los objetivos generales de las Metodologías de Desarrollo de SI [49], como:

- Definir actividades a llevarse a cabo en un Proyecto de SI.
- Unificar criterios en la organización para el desarrollo de SI.
- Proporcionar puntos de control y revisión.



**Fig. 2.2 Escenarios, propósitos y actividades de la metodología propuesta.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 2.3.1 Participantes del desarrollo del Sistema

**Experto/Usuario:** “Es la persona que más tiempo trabajará en el proyecto a través de entrevistas, aprobación de especificaciones, implementación, testeo. Es vital para el éxito”. [16] Debido a la importancia que tiene la deducción de los requisitos del Sistema es considerado como un experto en su ambiente de trabajado.

**Profesional/Investigador de SI:** Son los Analistas de Sistemas, aquellas personas que dentro proceso de desarrollo del producto son líderes del proyecto, se encargan de la revisión de la documentación disponible y son los facultados para determinar la tecnología y las técnicas de modelación del Sistema.

**Desarrollador:** Es el encargado de llevar las especificaciones del proyecto a un lenguaje de programación.

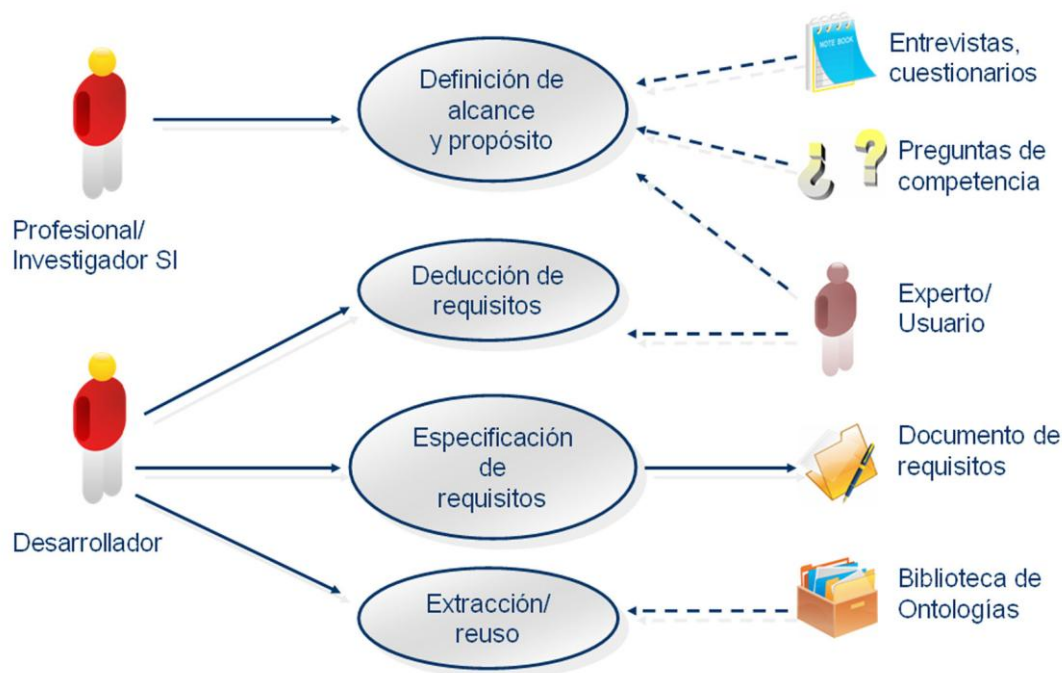
### 2.3.2 Escenario 1: Análisis.

Toda metodología de desarrollo de SI está caracterizada por poseer un ciclo de vida, que provee una serie de actividades o métodos a desarrollar en cada una de las etapas. Para ello se propone un primer escenario, en el que se tiene que identificar, capturar y representar los problemas que motivan el desarrollo del Sistema, el propósito para el cual será concebido y los requisitos a considerar. Esta fase de la metodología será considerada como Etapa de Análisis.

Algunas de las definiciones del Análisis en el proceso de desarrollo de SI se pueden ver a continuación:

**Análisis:** “Es el estudio de un problema que antecede a la toma de una acción en el ámbito Informático. Es el propósito de examinar la situación de una empresa con la intención de mejorarla, con métodos y procedimientos más adecuados. Es comprender en su totalidad el viejo sistema y determinar la mejor forma en que se puede (si es posible), utilizar la informática para hacer la operación más eficiente. Es examinar, identificar y evaluar los componentes y las relaciones involucradas en los sistemas desde la definición del problema hasta las fases de mantenimiento y modificación. Es el estudio de las especificaciones de dominio de los objetos que interactúan con el propósito de comprender y documentar las características esenciales”. [16]

La Figura 2.3 esquematiza la Etapa de Análisis con sus participantes y respectivas actividades, así como los artefactos de los cuales se abastecen cada uno de ellos para dar un correcto cumplimiento al proceso de desarrollo.



**Fig. 2.3 Escenario1. Análisis. Fuente: Adaptado de [10].**

### **Definición de alcance y Propósito**

El dominio, el propósito y el alcance del SIBO están definidos en la primera etapa. “Todas estas metodologías tienen en común que comienzan con la identificación del propósito de la ontología y la necesidad de adquirir conocimiento del dominio en cuestión”. [50]

Debido que esta etapa requiere una descripción de la ontología basada en el uso de una visión motivadora y simplificada del mundo real se propone una serie de preguntas que permitan de forma práctica determinar el alcance y el propósito del SIBO, como:

1. ¿Qué dominio delimitará el SIBO?
2. ¿Qué fenómenos del mundo real deberían ser representados en el SIBO?
3. ¿Cómo deberían ser representados en el SIBO los fenómenos más acertados?
4. ¿Para qué será utilizado el SIBO?
5. ¿Qué tipos de preguntas debería responder el SIBO?
6. ¿Quién usará y mantendrá el SIBO?

Es necesario aclarar que las respuestas a estas preguntas pueden variar durante esta etapa de análisis, pero proporcionarán el alcance de la ontología a desarrollar.

Considerando el ejemplo que se ha venido desarrollando a largo de este capítulo se puede arribar que el dominio es la representación de la estructura de la Biblioteca Alex Urquiola, con el objetivo de proponer de mostrar tanto a los usuarios como trabajadores cómo está organizada y compuesta la misma.

“Una de las formas de determinar el alcance de la Ontología es bosquejando una lista de preguntas que la base de conocimientos basada en la Ontología debería ser capaz de responder, preguntas de competencia. Esas preguntas servirían después como prueba de control de calidad: ¿La ontología contiene suficiente información para responder esos tipos de preguntas? ¿Las respuestas requieren un nivel particular de detalle o representación de un área particular?” [39]

En el dominio de representación de la Biblioteca Alex Urquiola, donde se almacena un gran número obras literarias, las posibles preguntas de competencia serían:

¿Cómo está organizada la Biblioteca Alex Urquiola ?

¿Qué es un género literario?

¿A qué género literario pertenece “Diario de un Vampiro”?

¿A qué sala hay que dirigirse cuando se busca una obra determinada?

¿Cuál fue el año de publicación de la obra “Cecilia Valdés”?

Éstas son algunas de las preguntas que pueden surgir con el fin de extraer los términos fundamentales que se emplearán en el proyecto, así como los objetivos más importantes, características (propiedades), relaciones y axiomas, además se podrán emplear “como un reflejo experimental para una evaluación en curso de la ontología”. [48]

Otro método a emplear para fortalecer el alcance y propósito sería realizar las entrevistas y cuestionarios a los Expertos/Usuarios ya que los mismos son especialistas con experiencia en su entorno de trabajo, es por ello que “los resultados a lograr en la misión dependen en gran medida del nivel de comunicación entre el investigador y los participantes en la misma”. [51]

### **Deducción de requisitos**

“La Ingeniería de Requerimientos es una fase importante en las metodologías de Ingeniería del Software, la que permite especificar las necesidades de los clientes”. [52]

En la actualidad, las técnicas de deducción empleadas en Ingeniería del Conocimiento han evolucionado tanto que han llegado a ser una herramienta fundamental en el proceso de desarrollo de software. Es por ello que es necesario aclarar que la adquisición del conocimiento forma parte de cada fase del proyecto.

Debido a que esta actividad es un campo experimental dentro de IA no existe ningún método completamente automático para la deducción de requerimientos, razón por la cual esta labor se ajusta a las características de cada situación y personas en ella involucradas.

Esta fase puede ser implementada mediante técnicas detalladas como:

**Entrevistas:** Ésta actividad tiene como objetivo principal conocer la posición del entrevistado en relación al presente estado de la organización, sus inconformidades y pretensiones.

**Cuestionarios:** Mediante esta actividad el analista recogerá las opiniones, posturas, conductas y características de las diversas personas de una organización.

**Brainstorming:** Es una técnica donde un grupo de personas sugiere ideas con la utilidad de generar varios puntos de vista referentes a una problemática dada por lo que el problema es formulado en formas diferentes. Es una técnica fácil

de aprender y ayuda a que los usuarios sean juiciosos para con sus necesidades.

**Análisis de mercado:** Para realizar una buena deducción de requisitos del sistema, no sólo se deben tener en cuenta las necesidades del usuario que tendrá contacto directo con la aplicación, sino que también se deben tomar en cuenta a los directores de departamentos implicados y por encima de los mismos. Por ejemplo, en una empresa que vende productos, los que harían el Análisis de Mercado serían los analistas de mercado y los consultores. En esta actividad se identifica lo bueno a copiar y lo malo a evitar de los productos similares de la competencia.

**Análisis de factores críticos:** Tiene como objetivo identificar y dirigirse hacia un pequeño grupo de factores de los que depende la posibilidad del sistema de producir resultados satisfactorios. Mediante esta actividad se pueden identificar los factores críticos para que la aplicación cumpla con su función, reconocer las áreas de problemas y oportunidades, las debilidades y fuerzas de la organización y reunir los detalles de estos factores que optimicen la producción y utilidad del sistema.

### **Extracción y reuso**

En cuanto a la reutilización de ontologías existentes, es necesario en algunas ocasiones pensar en la posibilidad de refinar y extender la aplicación considerando otros modelos de conocimiento y ontologías existentes en el dominio. “Así la construcción de un nuevo conocimiento a partir de una base de conocimiento de dominios similares, con herramientas adecuadas, debería ayudar a construir nuevas instancias de conocimiento sin grandes esfuerzos y el nivel de reutilización podría ser mejor que simplemente partir de un modelo similar particular”. [53]

En caso de que la aplicación tenga que interactuar con otros sistemas, se debería tomar en cuenta la reutilización de ontologías existentes en dominios similares como un requerimiento más del proyecto.



En la actualidad existen bibliotecas de ontologías reusables en formato electrónico desde las cuales se puede importar y exportar ontologías, algunas de éstas son: Ontolingua<sup>9</sup>, DAML<sup>10</sup>, UNSPSC<sup>11</sup>, RosettaNet<sup>12</sup>, DMOZ<sup>13</sup> [26], SNOMED<sup>14</sup> una Ontología médica y WordNet<sup>15</sup> una Ontología lingüística.

Debe Aclararse que para demostrar la metodología propuesta se considerará el ejemplo de la estructura de la Biblioteca Alex Urquiola como único en el dominio.

### **Documento de deducción de requisitos**

La salida de esta fase es un documento natural de especificación de la aplicación. Este documento contiene información como el propósito de la aplicación dentro de una comunidad, el alcance de la misma, la visión del uso del sistema, y otras materias similares.

Para dar cumplimiento a esta etapa se propone un documento conformado por los siguientes componentes:

1. Introducción.
  - a. Dominio de la aplicación
  - b. Objetivos de la aplicación
  - c. Definiciones de las abreviaturas: Descripción de las abreviaturas empleadas en el proyecto
2. Requerimientos.
  - a. Nombre y objetivo del requisito: Incluir el nombre y “objetivo del mismo en función del fin de la aplicación y justificar porque se considera que el requisito ayuda a cumplir con el objetivo”. [54]
  - b. Términos involucrados en el requisito: En esta sesión se incluirá n todos aquellos términos de mayor importancia (conceptos, atributos o

---

<sup>9</sup> Ontolingua: <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>

<sup>10</sup> DAML: <http://www.daml.org/ontologies/>

<sup>11</sup> UNSPSC: <http://www.unspsc.org>

<sup>12</sup> RosettaNet: <http://www.rosettanet.org>

<sup>13</sup> DMOZ: <http://www.dmoz.org>

<sup>14</sup> SNOMED: <http://www.snomed.org/>

<sup>15</sup> WorNet: <http://wordnet.princeton.edu/perl/webwn>

propiedades, etc.) que se consideren provechosos y beneficiosos para cumplir con el objetivo de la del requisito.

- c. Procedencia de la información: En esta sesión se incluye toda la información que muestre de dónde provienen los datos de los requerimientos, ya sea por entrevista, cuestionarios u otras vías, y los responsables de dichos datos.

### 3. Extracción y reuso.

- a. Información de soporte: Incluir toda la información que indique las referencias a las ontologías consideradas a reutilizar.

### 2.3.3 Escenario 2: Modelado Conceptual.



**Fig. 2.4 Escenario2. Modelado Conceptual. Fuente: Adaptado de [10].**

#### **Adquisición del conocimiento**

Existen varias técnicas para adquirir el conocimiento de uno o varios dominios determinados, destacándose así dos de ellos:

Deducción del conocimiento: Técnica que se caracteriza por extraer el conocimiento a través del factor humano. ¿Cómo? A través de métodos como

las entrevistas, cuestionarios, observación de tareas habituales, clasificación de conceptos, análisis de protocolos, entre otras.

**Estudio de la documentación:** Actividad que se caracteriza por extraer el conocimiento de una fuente de conocimiento escrita, y comprende como objetivo instruirse sobre el dominio tanto como sea posible para reducir el tiempo que dedicaría el Experto/Usuario y el Profesional/Investigador de SI en documentar al desarrollador.

El estudio de la documentación provee una filosofía común: Buscar cierta información, determinados términos empleando la documentación existente. A través de la misma se puede realizar la extracción de los conceptos fundamentales y relaciones entre ellos dentro del dominio dado, por lo que es necesario tener bien descrito el tipo de conocimiento que se aporta (concepto, relación, característica, valor,...).

### **Modelado Conceptual de la Ontología**

“Un modelo de datos describe la estructura lógica de los datos y su aplicación”.  
[10]

Este proceso plantea como principio establecer una organización y estructura mediante representaciones, tablas, glosarios, diccionarios y diagramas que permitan de forma práctica clasificar todo el conocimiento obtenido del estudio de la documentación, las reuniones con los expertos en el dominio, entre otras técnicas.

Para lograr convertir el dominio en un modelo semiformal urge la necesidad de emplear tablas, glosarios y taxonomías, para que las mismas sean comprendidas por los desarrolladores de la aplicación.

Para realizar esta actividad se plantea reutilizar las algunas de las tareas del proceso de modelado conceptual sugerido por Methontology, ya que dicha metodología es considerada como un estándar para la Ingeniería Ontológica. La misma propone conceptualizar un conjunto de representaciones intermedias

tabulares y gráficas, para modelar sus principales componentes, como conceptos, relaciones, instancias, constantes, atributos, reglas y axiomas.

Methontology propone 11 tareas que permiten realizar una correcta conceptualización de un dominio determinado. A diferencia de Methontology, en la presente metodología no se realizará la descripción de las instancias involucradas en la ontología, debido a que no se puede predecir el número total de instancias que se involucrarán en el sistema.

1. **Conceptos o clases:** “Son las ideas básicas que se intentan formalizar”. [45] Por ejemplo: En el dominio de la estructura de la biblioteca, se consideran conceptos (sala, persona, obra, género literario, etc).
2. **Relaciones:** “Representan la interacción y el enlace entre los conceptos del dominio”. [45]

Ejemplo:

Concepto	Relación	Concepto
Obrero	Trabaja	Almacén
Obra	Pertenece a	Género Literario

**Tabla 2.1 Relaciones.**

3. **Instancia:** “Representa objetos concretos del dominio, pertenecientes a una clase”. [26]

Ejemplo:

Concepto	Instancias
Obra Literaria	Cecilia Valdés
Género Literario	Dramaturgia

**Tabla 2.2 Instancias.**

4. **Constantes:** son valores que no suelen cambiar en un determinado espacio de tiempo.

Ejemplo:

En la biblioteca son considerados usuarios mayores de edad aquellos que poseen más de 18 años.

5. **Atributos:** Son aquellos que describen propiedades, y se clasifican en:

a) **Atributos de instancia:** Son aquellos que permiten describir las instancias, tomando los valores de las mismas.

Concepto	Atributo de Instancia
Libro	Año en que se publicó La casa de Bernarda Alba.
Personal de Servicio	Número del Personal de Servicio que labora en la entidad.

**Tabla 2.3 Atributos de instancia.**

b) **Atributos de clase:** Aquellos que permiten describir los conceptos, tomando los valores de los mismos.

Concepto	Atributo de clase
Género Literario	Tipo de Género Literario: terror, poesía, dramaturgia, etc.

**Tabla 2.4 Atributos de clase.**

6. **Axiomas formales:** Son aquellas expresiones que suelen ser verídicas y que expresan restricciones dentro de la ontología. Ejemplo: una obra no puede pertenecer a los géneros literarios dramaturgia y comedia al mismo tiempo.

7. **Reglas:** Son aquellas mediante la cuales se puede deducir conocimiento en la ontología.

Ejemplo: Una persona que trabaja en la oficina de Productos técnicos es considerada obrero.

El proceso de modelado conceptual de la ontología en esta etapa está compuesto por 10 tareas que permiten de forma detallada construir un modelo conceptual coherente y completo.

**Tarea 1:** la construcción del glosario de términos se basa en identificar los términos y componentes que más destacan en el dominio, así como la descripción sinónimos y acrónimos de los mismos.

Ejemplo:

Nombre	Sinónimos	Acrónimos	Descripción	Tipo
Dramaturgia	Dramática	-	Género literario caracterizado por un final trágico.	Concepto
Perteneciente (género literario, obra)	-	-	La obra perteneciente al género literario	Relación

**Tabla 2.5 Glosario de términos.**

**Tarea 2:** Definir una taxonomía de los términos considerados como conceptos dentro del dominio.

Para definir una jerarquía de conceptos existen varias formas de lograrlo como:

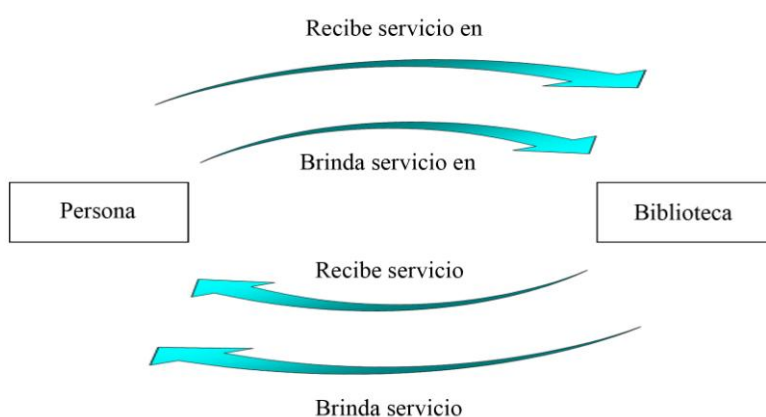
- Mediante un proceso de desarrollo Top-Down, es decir de arriba hacia abajo o de lo general a lo específico. Este paso tiene inicio desde el momento en que se definen aquellos conceptos considerados más generales en el dominio y a partir de ellos se crean otros con una relación más específica que los anteriores. Por ejemplo, las clases sala de raros y valiosos, la sala general, la sala de literatura, la sala juvenil, entre otras se pueden clasificar dentro de la clase de salas bibliotecarias.
- A través de un proceso Bottom-Up, de lo específico a lo general, definiendo aquellos conceptos pertenecientes a las clases más específicas, y partiendo de estos formar conceptos más comunes a todos los elementos o conceptos que lo conforman. Por ejemplo, se puede empezar definiendo conceptos personal de servicio, conjunto de personas de oficinas y el grupo de trabajadores de almacenes, y

partiendo del concepto de los mismos se puede crear una más general que sería trabajadores u obreros.

La elección del método a desarrollar queda por parte del desarrollador, ambos procedimientos son muy buenos.

**Tarea 3:** Construir diagramas que permitan visualizar las relaciones binarias establecidas entre conceptos del dominio o con otras ontologías.

Ejemplo:



**Fig. 2.5 Diagrama de relaciones binarias. Fuente: Elaboración propia.**

**Tarea 4:** Realizar una detallada definición acerca de las propiedades, relaciones e instancias que representan los conceptos planteados en la taxonomía expuesta en la tarea 2.

Ejemplo:

Concepto	Instancias	Atributos de clase	Atributos de instancia	Relaciones
Obra literaria	Diario de un Vampiro	-	Título, autor, año de publicación, número de páginas	-
Género literario	Dramaturgia	Tipo de género	-	Pertenece

**Tabla 2.6 Diccionario de conceptos.**

**Tarea 5:** Definir claramente el nombre de la relación binaria, nombres de los conceptos de origen y destino, la cardinalidad y la relación inversa en caso de que esta exista.

Nombre de la relación	Concepto de origen.	Cardinalidad	Concepto de destino	Relación inversa
Recibe servicio	Persona	N	Biblioteca	Recibe servicio en
Brinda servicio	Persona	N	Biblioteca	Brinda servicio en

**Tabla 2.7 Descripción de relaciones binarias.**

**Tarea 6:** Realizar un detallado análisis para cada atributo de instancia.

Ejemplo:

Nombre de atributo de instancia	Concepto	Tipo de valor	Cardinalidad
Nombre del género	Género literario	String	1,2
Nombre de la sala	Salas_ literarias	String	1,2
Número de sala	Salas_ literarias	Entero	1,1

**Tabla 2.8 Descripción de atributos de instancias.**

**Tarea 7:** Realizar una descripción de cada atributo de clase.

Ejemplo:

Nombre del atributo de clase	Concepto	Tipo de Valor	Cardinalidad	Valores
Tipo de persona	Persona	[obrero, cliente]	(1,2)	obrero
Tipo de persona	Persona	[obrero, cliente]	(1,2)	Cliente

**Tabla 2.9 Descripción de atributos de clase.**

**Tarea 8:** Detallar las constantes.

Ejemplo:

Nombre	Tipo de valor	Valor	Unidad de medida
--------	---------------	-------	------------------



Edad de mayoría de edad	Cardinal	18	Año
-------------------------	----------	----	-----

**Tabla 2.10 Descripción de constantes.**

**Tarea 9:** Realizar una especificación de los axiomas formales para declarar las restricciones del dominio.

Ejemplo:

Nombre del axioma	Descripción	Conceptos	Relaciones
Incompatibilidad menor y mayor de edad	Un cliente no puede ser mayor y menor de edad al mismo tiempo	Cientes, mayor de edad, menor de edad	Es

**Tabla 2.11 Descripción de axiomas formales.**

**Tarea 10:** Describir aquellas reglas aquellas reglas consideradas necesarias para la ontología.

Nombre de la regla	Descripción	Conceptos	Atributos	Relaciones
Literatura infantil se archiva en sala juvenil.	Una obra literaria que pertenece al género de literatura infantil se archiva en la sala juvenil para jóvenes menores de 15 años	Obra literaria, género literario, sala juvenil.	Edad	Pertenece, archiva

**Tabla 2.12 Descripción de reglas.**

**Integración, representación y diseño previo de la Base de Conocimientos.**

La integración se basa en unificar todo el conocimiento adquirido hasta el momento mediante el empleo de los Mapas Conceptuales<sup>16</sup> (MCs).

---

<sup>16</sup> María Vidal (2007): Los mapas conceptuales son instrumentos de representación del conocimiento, que dan idea clara de conceptos complejos y facilitan su enseñanza-aprendizaje.

“Los Mapas Conceptuales constituyen una herramienta gráfica para organizar y representar conocimiento en lenguaje natural, muy intuitivo para el hombre y brinda cualidades ideales para construir una conceptualización”. [42]

El objetivo de esta actividad es representar las asociaciones y relaciones para lograr visualizar y clarificar los conceptos involucrados en la aplicación.

¿Cómo hacer un mapa conceptual?

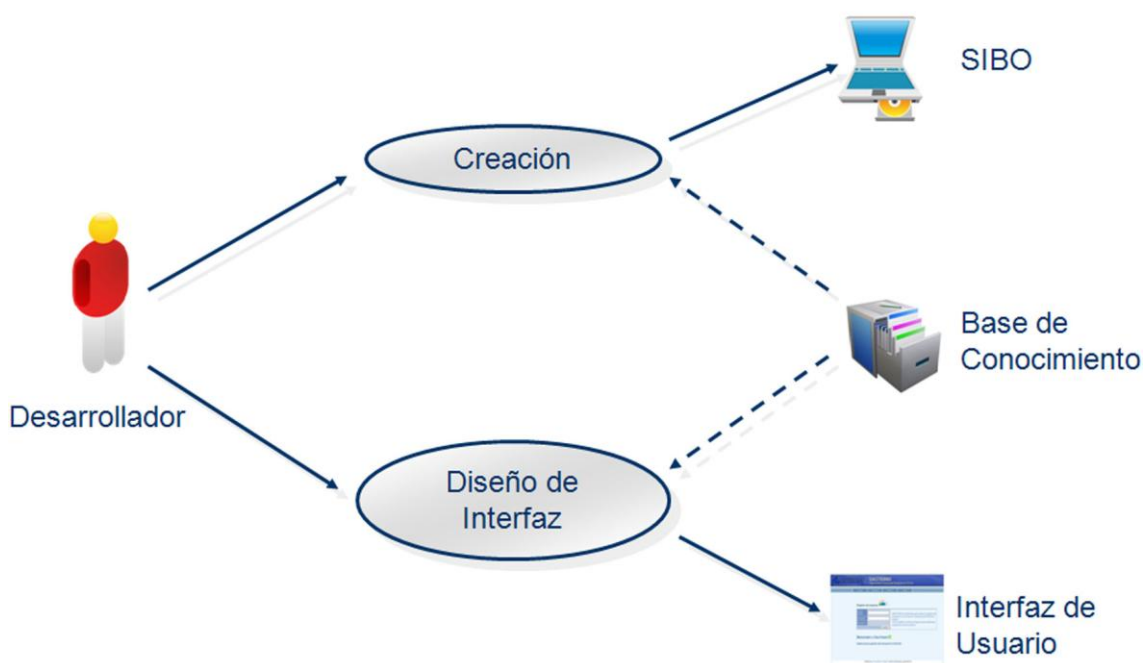
1. Realizar una identificación de aquellos conceptos que se consideren clave en el dominio que se quiere representar. Estos conceptos se deben poner en una lista. (Tarea1)
2. Ubicar el concepto fundamental o más universal en la parte superior del mapa para ir relacionándolo con los otros conceptos, según su nivel de generalización y especificidad.
3. Conectar los conceptos con una línea y escribir palabra de enlace que los relacione.
4. Se pueden incluir ejemplos en la parte inferior del mapa debajo de los conceptos correspondientes.
5. Una vez observados todos los conceptos pueden observarse relaciones cruzadas.

Una vez integrado el conocimiento dentro de un mapa conceptual y analizada su estructura jerárquica puede darse el caso de que surja la necesidad de reelaborar el mapa, con el objetivo de identificar nuevos conceptos y relaciones no previstas entre los conceptos involucrados en el dominio.

Debido a que la ontología representa gran ventaja para el modelado de datos, ya que permite que otros SI o Base de Conocimientos (BC) puedan operar por encima de la heterogeneidad de esquemas y la incompatibilidad semántica, la salida de esta etapa será una BC elaborada a partir del análisis de los datos del dominio, del documento de deducción de requisitos y en caso de que existan, de otras ontologías contenidas en la Web.

### 2.3.4 Escenario 3: Aplicación.

Esta etapa va dirigida fundamentalmente hacia la aplicación, es decir, en la misma se formaliza la Ontología o la BC, ya que en ella se pasa todo lo referente al modelado conceptual a un lenguaje de programación (RDF, RDF Schema, OWL, XML Schema, HTML, entre otros). Además en esta fase es donde se crea la Interfaz de Usuario.



**Fig. 2.6 Escenario 3. Aplicación. Fuente: Adaptado de [10].**

Las ontologías permiten de forma práctica navegar a través de la aplicación, mediante la Interfaz de usuario que es la encargada de llevar los términos en lenguaje natural al vocabulario del sistema. Además permiten que la aplicación obtenga “calidad externa y 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”. [4]

Existe diversidad de herramientas que facilitan de forma práctica el trabajo con ontologías, destacándose así:

- Protégé: Es una herramienta desarrollada sobre la plataforma JAVA muy empleada en el desarrollo de ontologías, la misma tuvo sus inicios en la Universidad de Stanford.
- Sésame: “Es un entorno de desarrollo de aplicaciones en el lenguaje de programación JAVA para la Web Semántica. Puede ser usado como base de datos para RDF y RDF Schema o como librería de JAVA para aplicaciones que necesiten trabajar internamente con RDF”. [55]
- Jena: Es un framework de código abierto en Java con tecnologías de la Web Semántica. Permite la gestión de ontologías, almacenarlas y realizar consultas.
- KAON: Desarrollada por la Universidad de Karlsruhe. Es una herramienta de libre acceso muy útil en el trabajo con ontologías.
- “OntoEdit: Desarrollado inicialmente por el Instituto AIFB en la Universidad de Karlsruhe, actualmente está comercializada por Ontoprise GmbH. Existe una versión libre y otra profesional. Esta última incluye muchas más funciones, estando considerada la más completa del mercado”. [26]

Existen otras herramientas que facilitan el trabajo con ontologías, pero se considera como la más completa el software Protégé, por ser una herramienta de uso práctico que permite la conexión con razonadores, pluggings que permiten visualizar las ontologías y frameworks de código abierto como Jena. La propuesta del lenguaje a emplear es OWL, debido a que es un formato estándar, que permitirá que todos los usuarios puedan llegar tener conjuntamente el mismo tipo de información.

#### **2.3.5 Escenario 4: Evaluación.**

“La calidad de un SIBO es el grado con el que el sistema puede ser caracterizado; refleja, en cada uno de sus componentes, el conocimiento compartido del dominio; cumple con los requisitos especificados y responde con flexibilidad a los cambios del dominio, puede interoperar con otros sistemas y usarse de manera efectiva”. [45]

Existe un gran número de criterios referidos a la evaluación de los SIBO, por lo que no existe una tesis exacta, expresada con claridad y adoptada por un grupo de expertos en la materia, no se tiene en cuenta quiénes son los responsables de realizar esta tarea, la existencias de criterios dispares en cuanto a los atributos a tener en cuenta a la hora evaluar la calidad del SIBO.

Algunos autores proponen los siguientes métodos:

**Esmeralda Ramos, Haydemar Nuñez, Roberto Casañas (2009) [56]:**

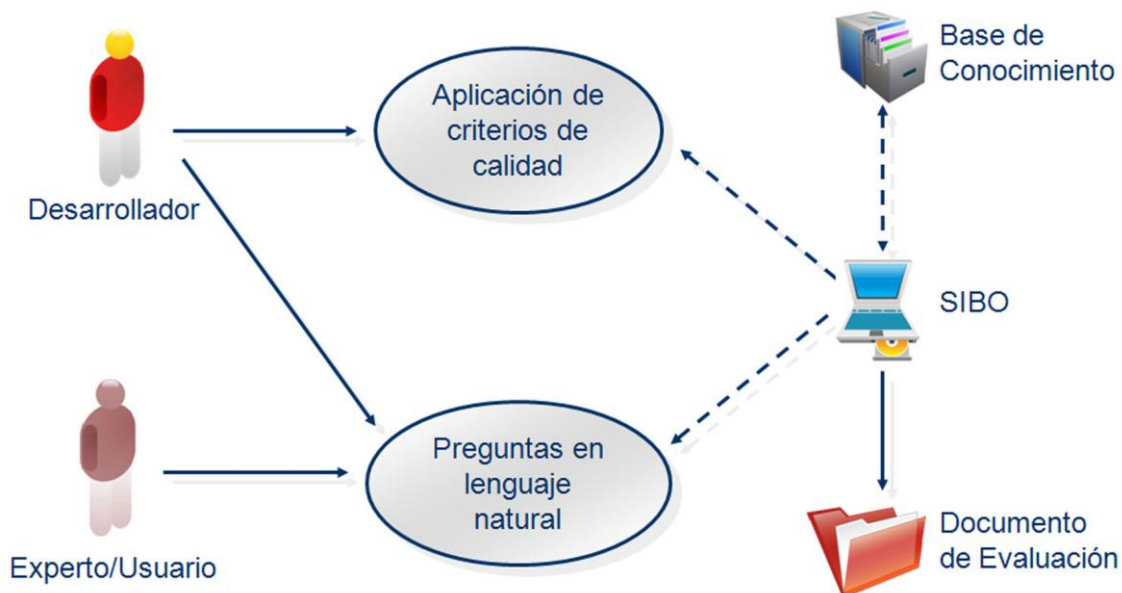
Proponen un esquema que permite evaluar ontologías únicas en el dominio para identificar errores e inconsistencias sintácticas y algunas omisiones en el vocabulario, a través de criterios que siguen un ciclo de vida, como uso correcto del lenguaje, exactitud de la estructura taxonómica, significado de los términos y conceptos representados y la adecuación de los requerimientos.

**Adolfo Lozano Tello (2002) [57]:** Propone el método OntoMetric que permite que los usuarios que interactúan con la aplicación puedan medir la idoneidad de las ontologías con respecto a las necesidades de sus sistemas. “Los criterios de evaluación que considera son: a) contenido y organización, b) lenguaje utilizado para la codificación, c) metodología de desarrollo, d) herramientas de software usadas para construir y editar ontología y e) costo de construcción”. [56] Este método aunque es una técnica excelente caracterizada por su completitud en cuanto a los atributos y métricas propuestas para la evaluación de ontologías, es muy extenso y está dirigido principalmente a evaluar e indicar las ontologías consideradas las más adecuadas para ser utilizadas en un sistema determinado.

**Graciela Barchini, Margarita Álvarez, Diana Palliotto, Gladys Fortea (2009)**

[45]: Proponen los indicadores pertenecientes a cuatro dimensiones, descriptiva, estructural, funcional y operacional, las que permiten de forma práctica evaluar la calidad de un SIBO; de manera tal que permita al evaluador establecer los elementos y principios de medición, implementarlos e integrarlos para producir un valor de calidad integral.

Cada investigación citada con anterioridad tiene sus particularidades, por lo que la decisión del método a emplear es responsabilidad del desarrollador.



**Fig. 2.7 Escenario 4. Evaluación. Fuente: Adaptado de [10].**

Para lograr satisfactoriamente los objetivos de la aplicación es necesario que la BC u ontología sea de calidad, por lo que es necesario que se lleve a cabo una profunda evaluación de los resultados obtenidos.

“Una Ontología de calidad permitirá que las tareas y aplicaciones de software que la utilicen ofrezcan resultados exitosos”. [56]

Para ello se precisa de criterios como:

- El vocabulario empleado debe abarcar todo conjunto de datos, textos, frases, entrevistas, etc.
- La ontología debe de estar escrita en un lenguaje claro, sin errores o defectos.
- La jerarquía de conceptos creada debe cumplir con los objetivos para los cuales fue pensada.
- Las preguntas de competencia deben ser respondidas correctamente.

Para dar cumplimiento a estos criterios se propone el Esquema para evaluar ontologías propuesto por Esmeralda Ramos, Haydemar Nuñez, Roberto Casañas [56]. Dichos investigadores, en su estudio acerca de las métricas a tener en cuenta al valorar una ontología, descubren que la mayoría de las propuestas de los autores en las literaturas revisadas coinciden en que los criterios que deben ser evaluados son:

1. Uso correcto del lenguaje.
2. Exactitud de la estructura Taxonómica.
3. Validez del vocabulario.
4. Adecuación de requerimientos.

Por tanto, independientemente del método a emplear, los criterios anteriormente citados no deben faltar en la etapa de Evaluación de la Ontología.

Este esquema toma como punto de partida la evaluación del lenguaje, que el mismo sea usado de forma correcta, que la jerarquía de conceptos sea lo más exacta posible, evalúa el significado de los términos y conceptos, valida el cumplimiento de los requerimientos y valora si las preguntas de competencia son respondidas adecuadamente. El mismo está compuesto por cuatro fases:

**Uso correcto del lenguaje:** “Es recomendable que el lenguaje seleccionado sea sólido<sup>17</sup> y completo<sup>18</sup> para aplicar métodos de razonamiento sobre la Ontología de manera satisfactoria. También es importante que la escritura esté libre de errores o defectos, para garantizar su futura utilización de forma exitosa”. [56]

Para lograr esas pautas se propone realizar actividades que permitan ratificar que el lenguaje empleado cumpla con los estándares de desarrollo de ontologías.

---

<sup>17</sup> Ramos (2009): Cualquier expresión pueda ser derivada a partir del conocimiento codificado.

<sup>18</sup> Ramos (2009): Cualquier expresión que esté lógicamente implícita en la base de conocimiento pueda ser derivada.

Siguiendo el ejemplo que se ha venido tratando a lo largo del capítulo se puede decir que la implementación de la BC se codificó en el lenguaje OWL, usado para publicar y compartir datos usando ontologías, “es un lenguaje que mantiene una buena relación entre eficacia computacional y poder expresivo... además facilita la importación y exportación de clases”. [58]

**Exactitud de la estructura taxonómica:** Es de vital importancia que la estructura de conceptos definida cumpla con una serie de métricas que permitan la validación de la distribución taxonómica y por ello se “considera el chequeo de inconsistencias, completitud y redundancia de los términos de la taxonomía”. [56]

Para identificar algunos de los problemas antes mencionados se propone un conjunto de acciones a realizar, como:

Identificar aquellas inconsistencias que existan en la Ontología:

- Identificar aquellos conceptos que no pertenezcan a una clase en particular.
- Comprobar que no existan repeticiones inútiles de clases, instancias y relaciones.
- Identificar aquellas clases e instancias con diferentes nombres, pero que comparten significados similares.
- Garantizar que no se ha omitido algún concepto considerado relevante en el dominio estudiado.
- Valorar la completitud de los conceptos involucrados en el dominio.
- Identificar los conceptos que no se relacionen con una clase determinada
- Comprobar que no existan clases con más de una relación de subclase.

Para identificar las inconsistencias antes mencionadas es necesario observar minuciosamente la estructura de conceptos que se ha definido para la aplicación, realizar una revisión de definiciones y las propiedades documentadas durante la etapa de modelado conceptual de aplicación,



representar las propiedades propias de las instancias incluidas en la aplicación, representar y examinar nodo por nodo de la taxonomía de conceptos para evitar confusiones en cuanto a las definiciones de los mismos.

Para realizar esta actividad existen plugings que de forma sencilla posibilitan visualizar el contenido de una Ontología, tal es el caso de Graphiz, un software open source que permite la visualización de grafos. Además se recomienda utilizar OntoViz, otro plugings que opera similarmente y hace uso del anteriormente citado.

**Validez del vocabulario:** Es importante que los conceptos, relaciones, axiomas, instancias, entre otros términos, sean los más relevantes dentro del dominio de la aplicación y que puedan servir de base a otras fuentes de conocimiento. Para ello se proponen las siguientes tareas:

1. Examinar el conjunto extenso de datos, textos, frases, consultas a expertos, entre otras fuentes de conocimiento: Comprobar que los términos codificados en la Ontología coincidan con los extraídos y organizados de los documentos en la etapa de Modelado Conceptual de los Datos y verificar que el Experto/Usuario coincida con estructura de los términos identificados.
2. Evaluar el vocabulario a través de métricas de calidad. Para ello se propone calcular (precisión) y el porcentaje de de los términos :
  - a) Precisión: Cantidad de elementos codificados en la Ontología que aparecen en el conjunto extenso de datos.

$$\text{Precisión} = \text{CO-C} / \text{COnto}$$

CO-C: Es la cantidad de términos del conjunto de datos que coinciden con la ontología codificada.

COnto: Es la cantidad total de los términos de la Ontología codificada.

- b) Recall: Cantidad de términos contenidos en el conjunto extenso de datos que aparecen en la Ontología Codificada.

$$\text{Recall} = CO-C / C_{corp}$$

C<sub>corp</sub>: Es la cantidad total de los términos del conjunto extenso de los datos.

En dependencia de los resultados de obtenidos se decide que acciones correctivas se desempeñarán.

**Adecuación de los requerimientos:** Esta tarea tiene vida durante todo el proceso de diseño y desarrollo de la aplicación, pues en cada de etapa se debe velar por el cumplimiento de los objetivos propuestos y para ello juega un rol fundamental el Documento de Deducción de Requisitos, ya que a partir del mismo se podrá comprobar que la aplicación cumpla o no con la calidad requerida por el usuario. Otro papel protagónico en esta actividad lo juegan las respuestas a las preguntas de competencia, pues las mismas permiten verificar que el conocimiento representado responde a necesidades implícitas en el documento.

Esta etapa dará como salida un documento con los resultados de la evaluación y las respuestas a las preguntas de competencia en lenguaje natural.

## **2.4 Valoración de sostenibilidad de la metodología propuesta.**

Por el impacto que ocasiona la metodología sobre aquellos que hagan uso de misma, se hace imprescindible el estudio de valoración de sostenibilidad en diferentes dimensiones: Socio-humanista; Ambiental; Tecnológica y Administrativa.

### **Dimensión Socio-Humanista**

“Para el ser humano las condiciones del ambiente de trabajo tienen una gran influencia en su vida, ya que tienen una estrecha relación el rendimiento de las personas en las tareas que ellos realizan con las comodidades que se les

proporcionan”. [59]

Con el diseño de la metodología se pretende crear una nueva forma de desarrollo de SI empleando la lingüística de las palabras, de forma tal que se eliminen las confusiones semánticas y aumente la interoperabilidad entre aquellos sistemas creados por el hombre, hasta el punto en que las máquinas puedan comprender la información, facilitando así el trabajo de los usuarios para con la aplicación que se genera, disminuyendo en gran medida el esfuerzo físico del ser humano.

Con el conjunto de procedimientos propuestos en la investigación no se intenta disminuir el número de empleos, ni el número de trabajadores involucrados en el desarrollo de SI, sólo se pretende dotar de una herramienta cómoda y eficiente que perfeccione la manera tradicional de elaborar SI, de forma tal que satisfagan la necesidad de información existe actualmente.

Debido a que las ontologías son una nueva forma de representación del conocimiento, es posible que exista cierta resistencia al cambio de procedimientos y métodos de desarrollo de SI, pero una vez que se comience a trabajar con la metodología se podrá percatar de que la misma es una herramienta muy práctica y sencilla que facilitará la usabilidad y desarrollo de SI. Por lo antes expuesto se puede decir que la metodología es sostenible.

### **Dimensión Ambiental**

La metodología no incide directamente de forma desfavorable en el entorno del medio ambiente. La misma es muy útil en el desarrollo de interfaces de SI, ya que con el uso de ontologías se aumenta la calidad interna y externa del software y se facilita el mantenimiento, la extensibilidad, la flexibilidad y la transparencia, debido a que se incluye conocimiento semántico en la aplicación.

La metodología consiente la reusabilidad de otras actividades y aplicaciones creadas sobre la base de las ontologías, y sus procedimientos o parte de ellos

pueden ser utilizados para desarrollar cualquier metodología de desarrollo de SI debido a su facilidad de aplicación.

Con la metodología se permitirá crear aplicaciones que faciliten respuestas muy cualitativas, muy parecidas a las que pueda dar un ser humano. Por lo antes expuesto se puede decir que la metodología es sostenible.

### **Dimensión Tecnológica**

La metodología está dirigida hacia aquellos usuarios y desarrolladores que desean conferir a sus SI de confiabilidad en cuanto a la comprensión común de los datos de un dominio, almacenamiento, búsqueda e integración de los datos, interpretación más representativa de los de los conceptos involucrados, y para ello la misma se encarga de preparar al usuario y concederle las bases y conocimientos fundamentales que permiten de forma práctica construir con eficiencia y eficacia un SI.

La metodología accede a nuevas posibilidades de adecuarse a cambios futuros, como el desplazamiento de la aplicación hacia otros sistemas operativos, ya que gran parte de los software utilizados para confección de SIBO son multiplataforma y libres. Además, se puede decir que la misma consta de un factor de calidad muy importante flexibilidad, debido a que está abierta a nuevas modificaciones según cambian las especificaciones de la aplicación que se desea generar, es decir, que los escenarios pueden combinarse de acuerdo a los objetivos trazados por el desarrollador y las características del SI a diseñar.

Para comprobar y demostrar la ventajas que aporta el uso de la ontologías en el desarrollo de SI se propone la herramienta Protégé, un software de licencia libre. Por lo antes expuesto se puede decir que la metodología es sostenible.

### **Dimensión administrativa**

El desarrollo de una aplicación siguiendo la metodología propuesta depende en gran medida de la complejidad y envergadura del software que se pretende

generar, del tiempo de desarrollo de la experiencia del personal involucrado en el proyecto y los beneficios que aporta a la sociedad.

Con la aplicación de la metodología se obtendrán resultados notables, ya que las ontologías proveerán mecanismos para organizar y almacenar los términos que incluyen esquemas de BC, objetos de interfaz de usuario, y programas de aplicación.

Con la aplicación de la metodología se pueden crear SI que ayuden en gran medida a la toma de decisiones, ya que con el uso de las ontologías los mismos podrán razonar e inferir conocimiento a partir de los datos contenidos en la aplicación.

La metodología propone para el desarrollo de SIBO el empleo del software libre Protégé, una herramienta desarrollada sobre la plataforma JAVA. Por lo antes expuesto se puede decir que la metodología es sostenible.

## **2.5 Validación de la metodología propuesta**

Una vez culminada la metodología se realizó la validación de la misma a través de encuestas a una muestra de 11 personas (no expertos en el tema debido a la novedad del mismo pero si expertos como desarrolladores de SI), la misma fue aplicada en instituciones como Empresa Eléctrica, Copextel y la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, con el objetivo de valorar la aceptación del conjunto de procedimientos propuestos. Para el procesamiento de las encuestas se usó el método estadístico Delphi el cual permite obtener un consenso de opiniones de un grupo de usuarios acerca de una propuesta determinada.

La encuesta aplicada (ver Anexo 5) está dividida en 3 partes:

1. Justificación de la Investigación.
2. Descripción de la Metodología propuesta.
3. Encuesta.

En la primera parte se hace una breve descripción de la situación de los SI en el entorno cubano, justificando rápidamente el motivo de la investigación. La

segunda parte describe brevemente la metodología propuesta, para que el encuestado tenga una idea clara sobre lo que está opinando. En la tercera parte se ponen a consideración las ventajas que aportan las ontologías aplicadas a los SI, además de la relevancia de la estructura de la metodología propuesta.

El resultado de la encuesta se encuentra en las tablas 2.13 y 2.14

<b>Criterio del encuestado</b>	<b>MN</b>	<b>BN</b>	<b>N</b>	<b>PN</b>	<b>NN</b>
¿Considera necesario que los SI proporcionen una comprensión común de un dominio?	-	<b>Si</b>	-	-	-
¿Considera necesario que los SI estandaricen la información contenida en ellos?	<b>Si</b>	-	-	-	-
¿Considera necesario que los SI puedan “ponerse de acuerdo” en los términos que usan cuando se comunican sin necesidad de ser reprogramados?	-	<b>Si</b>	-	-	-
¿Considera necesario que los SI “entiendan” los datos y la información que manejan sin necesidad de intervención humana?	-	<b>Si</b>	-	-	-
¿Considera necesario que los SI establezcan relaciones ocultas entre datos e integren BD?	-	-	<b>Si</b>	-	-
¿Considera necesario que los SI puedan emplear los datos involucrados en la aplicación para inferir conclusiones?	-	<b>Si</b>	-	-	-
¿Considera necesario que los SI muestren la explicación, usando reglas de un determinado evento que ellos manejen?	-	<b>Si</b>	-	-	-

**Tabla 2.13 Criterios del encuestado acerca de la ventajas que aportan la Ontologías a SI.**

En la tabla anterior se muestra el criterio de los encuestados, resaltando el alto grado de necesidad que existe en el desarrollo actual de SI en cuento a las ventajas que reportan las ontologías.

<b>Sobre la Metodología</b>		<b>MR</b>	<b>BR</b>	<b>R</b>	<b>PR</b>	<b>NR</b>
1	Existe correspondencia entre los escenarios de la metodología propuesta.	-	<b>Si</b>	-	-	-
2	<b>Escenario 1</b> de la metodología considero que es	-	<b>Si</b>	-	-	-
3	<b>Escenario 2</b> de la metodología considero que es	-	<b>Si</b>	-	-	-
4	<b>Escenario 3</b> de la metodología considero que es	-	<b>Si</b>	-	-	-
5	<b>Escenario 4</b> de la metodología considero que es	-	<b>Si</b>	-	-	-
6	La metodología propuesta es conveniente		<b>Si</b>	-	-	-

**Tabla 2.14 Criterios del encuestado acerca de la metodología propuesta.**

En la tabla anterior se muestra que en la propuesta consultada los encuestados coinciden en que los aspectos tratados y la conveniencia de la metodología propuesta son bastante relevantes.

Luego de obtener el resultado de la encuesta se concluye que es factible utilizar la metodología propuesta.

## **2.6 Conclusiones Parciales**

1. En este capítulo se propone una metodología de desarrollo de Sistema de Información basado en Ontologías, tomando como referencias investigaciones realizadas acerca de la temática tratada, dando así cumplimiento al objetivo de la presente investigación.
2. Los criterios propuestos que no deben de faltar a la hora de evaluar la calidad de la aplicación son: Uso correcto del lenguaje; Exactitud de la estructura taxonómica; Validez del vocabulario; Adecuación de los requerimientos.
3. Con la metodología propuesta se podrán desarrollar SI con gran fortaleza semántica, flexibles, reutilizables, fiables, portables y capaces de interactuar conjuntamente.
4. La metodología propuesta, teniendo en cuenta sus características, se clasifica como sostenible.
5. Los resultados de las encuestas aplicadas demuestran el alto nivel de aceptación de los desarrolladores de sistemas con respecto a la metodología propuesta.

6. Con el desarrollo de la metodología se cumplió con el objetivo de la investigación.



## **Conclusiones Generales**

1. La inexistencia de información procesable automáticamente por las máquinas es el problema principal que más atenta contra el buen funcionamiento de la Web.
2. La poca de estandarización, el insuficiente razonamiento automático, la falta de interoperabilidad y la existencia del poco reuso son factores que atentan contra el correcto desarrollo de SI en el entorno cubano.
3. Con la aplicación de las ontologías se podrán construir SI que interpreten el significado de la información que manejan, así como procesar los datos automáticamente y establecer conclusiones a partir de ellos.
4. Basado en el estudio de las principales metodologías de diseño de ontologías y tomando como referencia Methontology por ser un estándar para la Ingeniería Ontológica, se propone una metodología de desarrollo de Sistema de Información basado en Ontologías.
5. El análisis realizado desde el impacto social, ambiental, tecnológico y administrativo demostró que la metodología es sostenible.
6. La metodología propuesta alcanzó un alto grado de aceptación en las encuestas aplicadas a desarrolladores de sistemas, mostrando de esta forma la validez de la misma.
7. El desarrollo de la metodología de desarrollo de SIBO cumplió con el objetivo de la investigación.

## **Recomendaciones**

La investigación realizada hasta el momento sobre la aplicación de las ontologías en el desarrollo de SI sirva de fuente de conocimiento para futuras investigaciones referentes al tema.

Continuar el estudio de las ontologías aplicadas en los SI.

Emplear la metodología propuesta en aras de adquirir experiencia en cuanto la aplicación de la ontologías en los SI.

## Glosario de términos.

**Información:** Información, conjunto de datos organizados de tal manera que adquieren valor adicional más allá del que poseen por sí mismos.

**SI:** Sistema de Información, conjunto de elementos y componentes interrelacionados para manipular, procesar y diseminar datos e información. [1]

**DSS:** Decision Support Systems, por sus siglas en inglés.

**MIS:** Management Information System, por sus siglas en inglés.

**TPS:** Transacción Procesation System, por sus siglas en inglés.

**SE:** Sistemas expertos.

**IA:** Inteligencia artificial.

**IES:** Information Systems to Executive, por sus siglas en inglés.

**URI:** Unique Resource Identifier, por sus siglas en inglés.

**XML:** eXtensible Markup Language, por sus siglas en inglés.

**DTD:** Document Type Defintion, por sus siglas en inglés.

**RDF:** Resource Description Framework, por sus siglas en inglés.

**RDF Schema:** Esquema RDF

**Proof:** Pruebas.

**Trust:** Confianza.

**Digital Signature:** Firma digital.

**OWL:** Lenguaje de Ontologías Web.

**Ontología:** Especificación formal y explícita de una conceptualización consensuada. [46]

**SIBO:** Sistema de Información basado en Ontologías.

**Interoperabilidad:** Facilidad de combinar un elemento de software con otro.

**Extensibilidad:** Facilidad de adaptación del sistema hacia los cambios de especificación.

**Razonamiento automático:** Facultad de razonar sin intervención humana.

**Datos:** Información adquirida, procesada o emitida por un ordenador en forma de una secuencia de bits.

**Metadatos:** Información sobre la información.

**Conceptos:** Ideas básicas que se intentan formalizar. [45]

**Relaciones:** Representan la interacción y el enlace entre los conceptos del dominio. [45]

**Instancia:** Representa objetos concretos del dominio, pertenecientes a una clase. [26]

**Constantes:** Son valores que no suelen cambiar en un determinado espacio de tiempo.

**Atributos:** Son aquellos que describen propiedades.

**Axiomas:** Son aquellas expresiones que suelen ser verídicas y que expresan restricciones dentro de la ontología.

**Reglas:** Son aquellas mediante la cuales se puede deducir conocimiento en la ontología.

**Metodología:** Es un conjunto de métodos empleados para el desarrollo de sistemas automatizados. [15]

## Bibliografía

1. Reynolds George, Stair Ralph. *Principios de Sistemas de Información*. Course Technology, 1999: p. 1-5.
2. Rosa Martínez Rubio, Esther Sánchez Lucas. *Las Ontologías y su aplicación en el ámbito de la documentación*. 2001-2002: p. 32
3. Alejandro Hernandez Trasobares. *Los Sistemas de Información: Evolución y desarrollo*. Departamento de Economía y Dirección de Empresas, Universidad de Zaragoza: p. 15.
4. Margarita Álvarez, Graciela Barchini, Susana Herrera, Melina Trejo. *El rol de las Ontologías en los SI*. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero., 2007: p. 12
5. Adolfo Lozano Tello. *Ontologías en la Web Semántica*. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Departamento de Informática. Escuela Politécnica. Avda de la Universidad s/n, 10071 Cáceres. Universidad de Extremadura. España., 2001: p. 4 hojas.
6. Sonsoles Celestino, Antonio Martín, Adela Valdenebro, Julia Mensaque. *Ontologías e Inteligencia Artificial para la recuperación eficiente del conocimiento*. Biblioteca Universidad de Sevilla, C/ San Fernando Nº 4, Sevilla 41004, España, 2008: p. 11.
7. Damián Pérez Valdés. *Web Semántica y sus principales características*. 2007 [cited 12-03-10]; Available from: <http://cosassencillas.wordpress.com/2007/06/26/web-semantica-y-sus-principales-caracteristicas/>.
8. Alfredo Simón, Raisa Socorro, Reinier Valdés, Félix O. Fernández, Alejandro Rosete, Mailyn Moreno, Exiquio Leyva, Joaquín Pina. *Las ontologías en la representación del conocimiento*. Centro de Estudios de Ingeniería de Sistemas (CEIS), Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), 2008: p. 16 hojas.
9. Miguel Ángel Abián. *Ontologías, que son y para que sirven*. 2005 [cited 2010 12/03/2010]; Available from: <http://www.wshoy.sidar.org/index.php?2005/12/09/30-ontologias-que-son-y-para-que-sirven/>

10. Margarita Álvarez, Graciela Barchini, Susana Herrera. *Sistemas de Información: Nuevos Escenarios basados en Ontologías*. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina, 2006: p. 3-18.
11. Riichiro Mizoguchi. *Tutorial on ontological engineering*. Instituto de Investigación Científica e Industrial, Universidad de Osaka [cited 04-02-10]; Available from: <http://translate.google.com/cu/Tutorial-on-ontological-engineering>
12. Carlos Javier Jiménez Ruiz. *La importancia de los sistemas de información, en el proceso de toma de decisiones*. Universidad del Valle de México Campus San Rafael "Alma Mater", Havana Cuba 2003.
13. Náyade Casanova Fonseca. *Estudio del sistema de información en una empresa cubana*. 2004 [cited 2010 28-03-10]; Available from: <http://www.monografias.com/trabajos24/sistema-informacion-empresa>.
14. María Virginia González Guitián. *Procedimiento para realizar Auditorías de Información en Instalaciones Hoteleras*. 2007: p. 14,19.
15. Araceli Lecuanda. *Metodologías modernas de desarrollo de Sistemas de Información*. [cited 2010 26-02-10]; Available from: <http://www.monografias.com/trabajos12/documento/documento.htm>.
16. María Carmen Fernández. *Gestión de proyectos informáticos*. 1999 [cited 2010 26-03-10]; Available from: <http://www.monografias.com/trabajos4/proyinf/proyinf.shtml>
17. Fabiola Pamela Duran Velaquez. *Cambio y evolucion de los Sistemas de Información*. 2008 [cited 12-03-10]; Available from: <http://fpdv2006.bligoo.com/content/view/275620/cambio-y-evolucion-de-los-Sistemas-de-Informacion.html#content-top>.
18. Yimian De Liz Contreras Maidelyn Díaz Pérez, Soleidys Rivero Amador. *Características de los sistemas de información que permiten la gestión oportuna de la información y el conocimiento institucional* 2009 [cited 12-03-10]; Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_isoref&pid=S1024-94352009001100006&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1024-94352009001100006&lng=es&tlng=es).
19. *Sistemas de información. Computación. Apoyo para la toma de decisiones*.

- Ventajas y desventajas. Expertos. Gerenciales. Ejecutivos.* 1998 [cited 2010 29-03-10]; Available from: [http://apuntes.rincondelvago.com/sistemas-de-informacion\\_9.html](http://apuntes.rincondelvago.com/sistemas-de-informacion_9.html).
20. Antonio Fonteboa Vizcaíno, José Carlos Del Toro Ríos, Elvira Armada Trabas, Carlos Manuel Santos Cid. *Programa de Preparación Económica para Cuadros*. Centro de Estudios Contables Financieros y de Seguros, Calle B No. 55 entre 3ra y 5ta. Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba, 2005.
21. El Rincón Del Vago. *Métodos del desarrollo del sistema de información*. 1998 [cited 2010 12-02-10]; Available from: <http://html.rincondelvago.com/metodos-del-desarrollo-del-sistema-de-informacion.html>.
22. James Hendler, Tim Berners Lee, Ora Lassila. *Scientific American*. 2001 [cited 2010 12-03-10]; Available from: [http://www.ryerson.ca/~dgrimsha/courses/cps720\\_02/resources/Scientific%20American%20The%20Semantic%20Web.htm](http://www.ryerson.ca/~dgrimsha/courses/cps720_02/resources/Scientific%20American%20The%20Semantic%20Web.htm).
23. *La Ontología y la Web Semántica: Recomendaciones de W3C*. [cited 14-01-10]; Available from: [http://usuarios.lycos.es/obib/doc/doc\\_Web\\_Semantica.doc](http://usuarios.lycos.es/obib/doc/doc_Web_Semantica.doc).
24. Matthew Fisher, John Hebel, Ryan Blace, Andrew Perez-Lopez. *Semantic Web Programming*. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana. 2009.
25. Francisco García Sánchez. *Sistema Basado en Tecnologías del Conocimiento para Entornos de Servicios Web Semánticos* in *Departamento de Ingeniería de la Información y las comunicaciones*. 2007, Universidad de Murcia. p. 419.
26. Juan Antonio Martínez Comeche, Jesús Contreras. *Tutorial Ontologías*. Universidad Complutense de Madrid: p. 24.
27. Pablo Fernandez Manuel Resinas. *Introducción a la Web Semántica*. Universidad de Sevilla, 2004: p. 3-34.
28. Diana Paola Hurtado Bustamante. *Desarrollo de un Módulo Ontológico para las Consultas Avanzadas de Información de la Biblioteca Digital de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Valle*, in *Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela de*

- Ingeniería de Sistemas y Computación*. 2006. p. 35.
29. Beaver Falls. *The Business Value of Semantic Technologies*. TopQuadrant, Inc., 2004: p. 49.
30. Fabien Gandon. *Distributed Artificial Intelligence and Knowledge Management: Ontologies and Multi-Agent systems for a Corporate Semantic Web*. 2002. p. 486.
31. *Resource Description Framework (RDF) Especificación del Esquema 1.0*. [cited 11-01-10]; Available from: <http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327>
32. Marie Claire Forgue, Janet Daly, Yasuyuki Hirakawa *El Consorcio World Wide Web publica las Recomendaciones RDF y OWL*. 1999 [cited 11-01-09]; Available from: <http://www.w3c.es/Prensa/2004/nota040210.html>.
33. Anolan. *¿que es la ontologia?* [cited 14-01-10]; Available from: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20081019194226AAwK5xv>.
34. Wapedia. *Ontología*. [cited 2010 14-01-10]; Available from: <http://wapedia.mobi/es/Ontolog%C3%ADa>.
35. *Ontología (Informática)* [cited 11-01-10]; Available from: [http://www.tagoror.com/enciclopedia/es/wikipedia/o/on/ontologia\\_informati ca .html](http://www.tagoror.com/enciclopedia/es/wikipedia/o/on/ontologia_informati ca .html).
36. Eduardo M. Sánchez Vila, Manuel Lama Penín. *Análisis de técnicas de aprendizaje adaptativo con ontologías*. 2008: p. 26.
37. Antonio Moreno Ortiz. *Ontologías para la Terminología: Por Qué, Cuándo, Cómo* [cited 14-01-10]; Available from: <http://webs2002.uab.es/tradumatica/revista/num6/articles/03/03central.htm>.
38. Diego Herrera. *Sistemas Basados en el Conocimiento*. 2009 [cited 14-01-10]; Available from: <http://dvherrera.blogspot.com/>.
39. Deborah L. McGuinness Natalya F. Noy. *Desarrollo de Ontologías-101: Guía Para Crear Tu Primera Ontología*. Stanford University, Stanford, CA, 94305, 2005: p. 29.
40. Sobrado, Picaza, García, Ocariz y Aldamiz Echevarria. *MEL SIS: un marco de trabajo para la construcción de Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones en problemas de monitorización*. Laboratorio de Informática



- Médica. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Facultad de Informática (UPV/EHU). Donosita-San Sebastián: p. 20.
41. Asunción Gómez Pérez. *Knowledge Sharing and Reuse: Methodologies*. Laboratorio de Inteligencia Artificial Facultad de Informática Universidad Politécnica de Madrid Campus de Montegancedo sn, 28660 Boadilla del Monte, Madrid, Spain, 1999: p. 70.
42. Leandro Sacco. *Metodologías para la Construcción de Ontologías*. 2009 [cited 06-12-09]; Available from: <http://leaenbinario.blogspot.com/2009/05/metodologias-para-la-construccion-de.html>.
43. Fernández López. *Overview Of Methodologies For Building Ontologies*. Laboratorio de Inteligencia Artificial, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, 1999: p. 13.
44. Maximiliano Saiz Noeda, Haliuska Hernández Ramírez. *Ontologías mixtas para la representación conceptual de objetos de aprendizaje*. Universidad Agraria de la Habana, Cuba y Universidad de Alicante, España: p. 8.
45. Margarita Álvarez, Graciela Barchini, Diana Palliotto, Gladys Fortea. *Evaluación de la calidad de los Sistemas de Información basados en Ontologías*. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina, 2009.
46. Gruber. *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Stanford University Knowledge Systems Laboratory, 1993: p. 23.
47. Luis Castellanos. *Justificación de una Metodología para el Desarrollo Incremental de Sistemas de Información*. 2009 [cited 18-04-10]; Available from: <http://desarrollodesistemas.wordpress.com/2009/07/20/justificacion-de-una-metodologia-para-el-desarrollo-incremental-de-sistemas-de-informacion/>.
48. *Towards a Semantic Data Quality Management - Using Ontologies to Assess Master Data Quality in Retailing*. 14th Americas Conference on Information Systems, 2008.
49. Luis Castellanos. *Desarrollo de Sistemas de Información*. 2009 [cited 2010 12-02-10]; Available from: <http://desarrollodesistemas.wordpress.com/>.
50. *Como alcanzar la Web Semántica: Ingeniería Ontológica, un Estado del Arte*. [cited 18-04-10]; Available from:

<http://ontologias.galeon.com/index.html>.

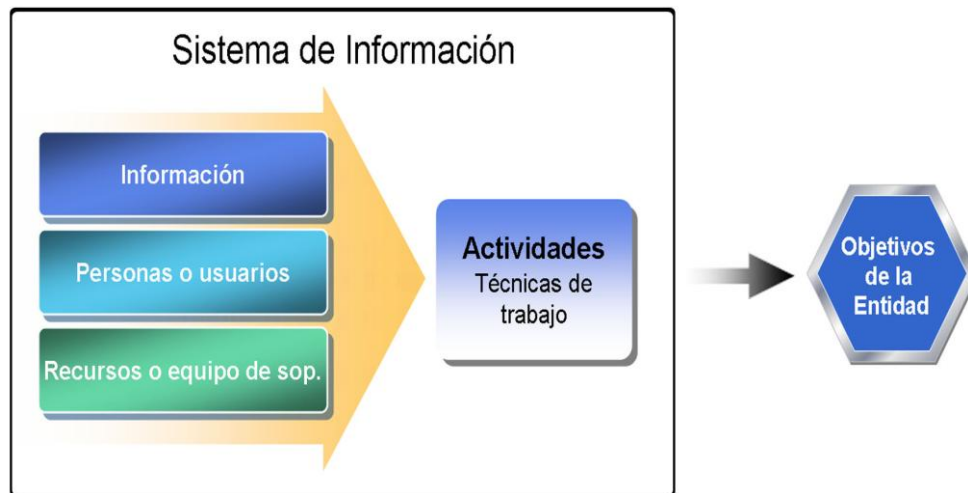
51. Rita Concepción García, Félix Rodríguez Expósito. *Compilación de algunos aspectos importantes a tener presente en la Metodología de Investigación Educacional*. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya: p. 35-37.
52. Paola Britos, Pollo Cattaneo, Pesado, García Martínez. *Metodología para especificación de requisitos en proyectos de explotación de información*. Facultad de Informática. UNLP Centro de Ingeniería de Software Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA Instituto de Investigaciones en Informática LIDI. Facultad de Informática. UNLP - CIC Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA, (467-469).
53. Enrique P. Latorres. *Reutilización de ontologías en un dominio restringido*. Universidad ORT del Uruguay Montevideo, URUGUAY, 11000.
54. Enrique Fernandez, Paola Britos, Ramón García Martínez. *Propuesta metodológica para la educación de requisitos en proyectos de explotación de información*. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA. Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA, 2007: p. 497-501.
55. Leandro Sacco. *Herramientas para trabajar con ontologías*. 2009 [cited 12-03-10]; Available from: <http://leaenbinario.blogspot.com/2009/05/herramientas-para-trabajar-con.html>.
56. Haydemar Nuñez, Esmeralda Ramos, Roberto Casañas. *Esquema para evaluar ontologías únicas para un dominio de conocimiento*. Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 2009: p. 57-71.
57. Adolfo Lozano Tello. *Métrica de Idoneidad de Ontologías*, in *Universidad de Extremadura, Departamento de Informática, Escuela Politécnica de Cáceres*. 2002.
58. Miguel Ángel Abián. *El futuro de la Web, XML, RDF/RDFS, ontologías y la Web Semántica*. 2005: p. 1-103.
59. Walter Jesús González Pérez. *Sistema para la gestión de la Información del transporte en Etecsa*, in *Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", Facultad de Informática-Matemática*. 2009, Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya": Holguín-Cuba. p. 97.

60. Wikipedia. *Sistema de información*. 2010 [cited 04-03-10]; Available from:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Esquema\\_sistema\\_de\\_informacion.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Esquema_sistema_de_informacion.png).
61. Andynovillo's. *Ontologías*. 2009 [cited 06-12-09]; Available from:  
<http://andynovillo.wordpress.com/2009/08/15/ontologias/>.
62. *Methontology una metodología para el desarrollo de ontologías*. 2009  
[cited 13-12-09]; Available from:  
<http://mackartuche.wordpress.com/2009/04/25/methontology-una-metodologia-para-el-desarrollo-de-ontologias/>.
63. Adolfo Lozano Tello. *Métrica de idoneidad de ontologías*. 2008 [cited 05-03-10]; Available from:  
[http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/id/34394577.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/34394577.html).
64. Enrique P. Latorres. *Ontologías: ¿Balas de plata para la Gestión del Conocimiento?* 2008 [cited 18-04-10]; Available from:  
[http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1482](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1482).
65. Gloria Lucía Giraldo, Carlos Mario Zapata, Byron Portilla, Duvar Gómez, Marcela Naranjo, Patricia Carmona. *Aproximación a una ontología para lenguajes de modelado gráfico*. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia., 2008: p. 1-10.
66. Cristina Rossi. *Aprender a leer Mapas Conceptuales*. 2007 [cited 01-05-10]; Available from:  
[http://aal.idoneos.com/index.php/Revista/A%C3%B1o\\_9\\_Nro.\\_9/Mapas\\_conceptuales](http://aal.idoneos.com/index.php/Revista/A%C3%B1o_9_Nro._9/Mapas_conceptuales).
67. Norka Arellano. *¿Qué son los mapas conceptuales?* 2007 [cited 01-05-10]; Available from:  
<http://www.monografias.com/trabajos10/mema/mema.shtml>.
68. Margarita María Álvarez Graciela Elisa Barchini, Diana Palliotto, Susana Herrera Y Paola Budán. *Ontologías en los Sistemas de Información/Conocimiento*. Universidad Nacional de Santiago del Estero, 2006-2008: p. 5.
69. Jesús Tramullas. *Herramientas de software libre para la gestión de contenidos*. 2005 [cited 02-04-10]; Available from:  
[http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec\\_ja\\_05.htm](http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec_ja_05.htm).
70. Rodrigo Ronda León, Keilyn Rodríguez Perojo. *Web semántica: un nuevo*

- enfoque para la organización y recuperación de información en el web.*  
2005 [cited 02-04-10]; Available from:  
[http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13\\_6\\_05/aci030605.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci030605.htm).
71. Ana María Monterde Rey. *Evolución de modelos de formas de representación del conocimiento a nivel terminológico: propuesta de un modelo actual.* Facultad de Traducción e Interpretación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España, 2004: p. 49-63.
72. José María Cavero, Diana Marcela Sánchez, Esperanza Marcos. *Ontologías y MDA: una revisión de la literatura.* Departamento de Informática, Estadística y Telemática. Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología (ESCET) - Universidad Rey Juan Carlos Móstoles (España), 2002: p. 9.
73. *Methodology.* 1999 [cited 13-12-09]; Available from:  
<http://rhizomik.net/html/~roberto/thesis/html/Methodology.html>.
74. José A. Senso. *Sistemas de metadatos.* Facultad de Biblioteconomía y Documentación Universidad de Granada.
75. Alejandro Hernández Trasobares. *Los sistemas de Información: Evolución y Desarrollo.* Departamento de Economía y Dirección de Empresas Universidad de Zaragoza.
76. Trevor Bench Capon, Dean Jones, Pepijn Visser. *Methodologies for Ontology Development.* Departamento de Informática, Universidad de Liverpool, Liverpool: p. 14.
77. Francisco J. Manso Coronado. *El sistema de información como sistema nervioso central de la organización.* [cited 12-03-10]; Available from:  
[http://personal.telefonica.terra.es/web/franciscomanso/Aport\\_art1.5.2.htm](http://personal.telefonica.terra.es/web/franciscomanso/Aport_art1.5.2.htm).
78. Marta Isabel Blaquier Ascaño. *OnProc: Una Ontología para el Proceso Jurídico.* Facultad de Matemática y Computación, Universidad de la Habana San Lazaro y L, Vedado. Ciudad de la Habana, Cuba: p. 7.
79. *Definiciones Ontológicas.* [cited 11-01-10]; Available from:  
<http://usuarios.multimania.es/ontologiainfometria/with/Definiciones.htm>.

## Anexos

### Anexo 1 Componentes de un SI. Fuente: Adaptado de [60]



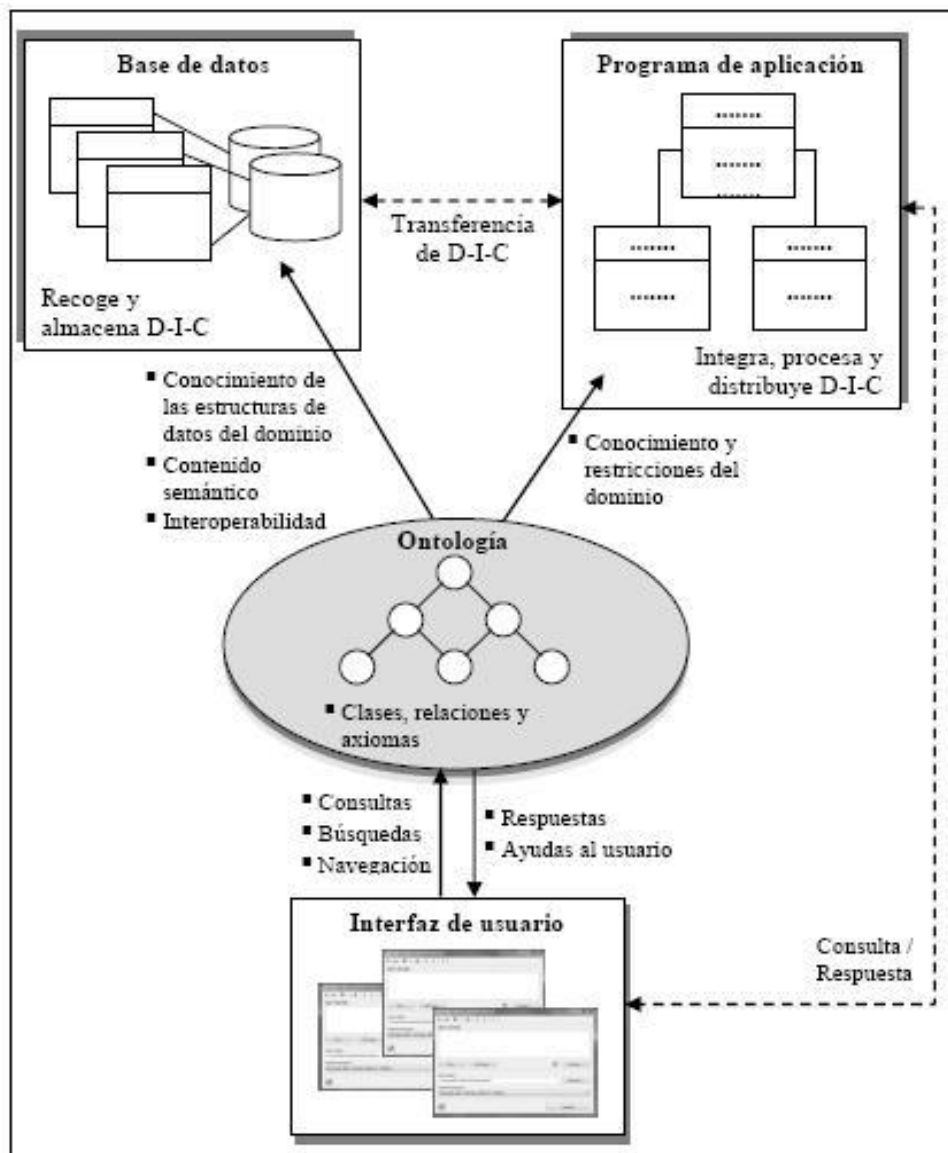
## Anexo 2 Tipos de SI. Fuente: Elaboración propia.



**Anexo 3 Proceso de desarrollo de Methontology.** Fuente: Adaptado de [41]

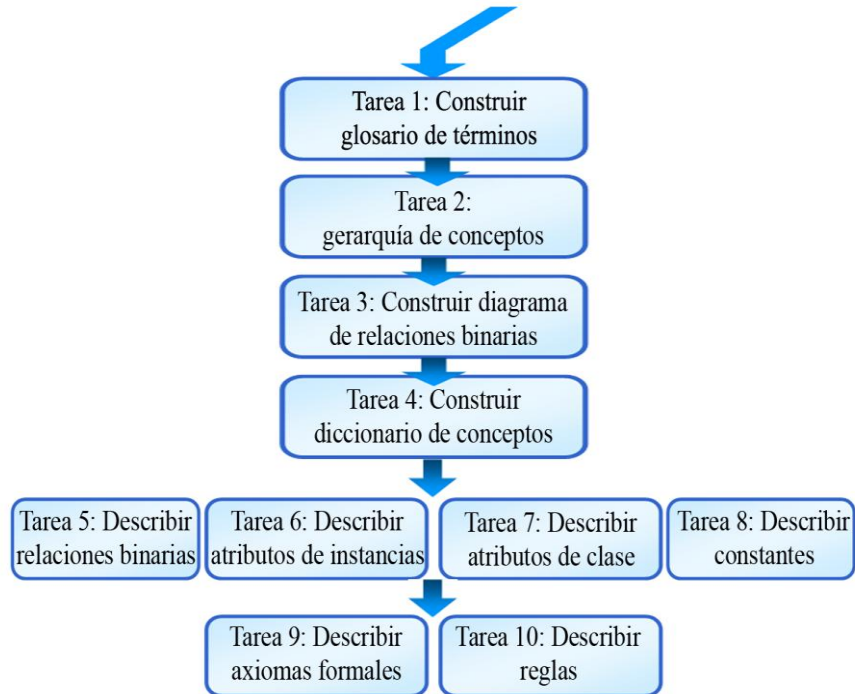


## Anexo 4 Componentes de un SIBO [45]





**Anexo 5 Proceso de modelado conceptual propuesto por Methontology.** Fuente: Elaboración propia.



## Anexo 6 Dimensiones e Indicadores para evaluar la calidad de un SIBO [45]

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	CUESTIONES SUBYACENTES	PRINCIPALES RESPONSABLES ¿Quién?	MOMENTO DE LA EVALUACIÓN ¿Cuándo?	RECURSOS NECESARIOS ¿Con qué recursos?
<i>Descriptiva</i>	Grado en que el SIBO brinda información sobre sus características intrínsecas e identificatorias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Puede caracterizarse?</li> <li>• ¿Cómo se desarrolló?</li> <li>• ¿Qué rol tiene la ontología?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollador</li> <li>• Administrador del sistema</li> </ul>	En tiempo de uso	Documentación del SIBO
<i>Estructural</i>	Grado en que el SIBO especifica explícita, formal y de manera consensuada sus componentes estructurales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué información/ conocimiento del dominio contiene?</li> <li>• ¿Integra, procesa y distribuye D-I-C de manera adecuada?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollador</li> <li>• Experto del dominio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En tiempo de desarrollo</li> <li>• En tiempo de ejecución (durante la prueba del sistema)</li> </ul>	Productos parciales/ definitivos del SIBO
<i>Funcional</i>	Capacidad del SIBO para proporcionar funciones que satisfagan las necesidades especificadas. Esta dimensión es la que permite determinar el grado de concordancia con el propósito y los requisitos del sistema.	¿Hace lo que el usuario final pretende?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollador</li> <li>• Usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En tiempo de desarrollo</li> <li>• En tiempo de ejecución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación del SIBO</li> <li>• SIBO en ejecución</li> </ul>
<i>Operacional</i>	Capacidad del SIBO para usarse, comunicarse e interactuar.	¿Puede usarse convenientemente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollador</li> <li>• Usuario</li> </ul>	En tiempo de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación del SIBO</li> <li>• SIBO en ejecución</li> </ul>

## Anexo 7 Coincidencias de los criterios de evaluación de Ontologías. [56]

Criterio Autor	Taxonomía	Lenguaje	Aplicación	Vocabulario	Arquitectura Requerimientos	Aceptación Social	Razonamiento Automático	Software
(1)	√	-	√	√	-	-	-	-
(2)	-	√	√	√	-	-	√	-
(3)	√	-	√	√	-	-	-	-
(4)	-	√	√	√	-	√	-	-
(5)	√	√	√	√	√	-	-	-
(6)	√	√	√	√	√	-	-	√

(1) Brewster y cols, 2004

(2) Obrst y cols, 2007

(3) Porzel y Malaka, 2004

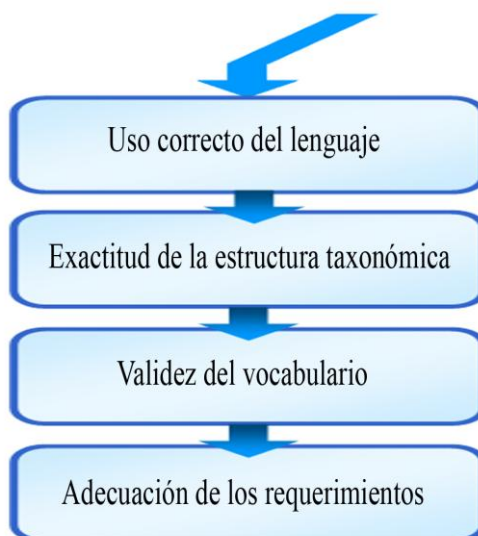
(4) Burton-Jones y cols, 2005

(5) Brank y cols, 2005

(6) Lozano-Tello, 2002

√ Considera - No considera

**Anexo 8 Esquema de evaluación.** Fuente: Elaboración propia.



## **Anexo 9 Encuesta**

Estimado compañero, se agradece su disposición de ayudar en la evaluación de los resultados de la investigación “Metodología de desarrollo de Sistemas de Información basados en Ontologías”, desarrollada con el objetivo de optar por el título de Ingeniero Informático (por la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya).

La encuesta se divide en 3 partes, a fin de facilitarle a usted la declaración de su criterio:

1. Justificación de la Investigación.
2. Descripción de la Metodología propuesta.
3. Encuesta.

Se recomienda al encuestado que lea detalladamente las partes 1 y 2 antes de emitir su criterio.

### **1. Justificación de la investigación**

Desde la época de la revolución industrial, el ser humano ha dependido en gran medida de las máquinas para el buen desempeño de las tareas cotidianas. Debido al eminente desarrollo de la producción, las organizaciones aumentaron inmensamente provocando que la información fuera creciendo notablemente, creando como consecuencia un incremento desenfrenado de Sistemas de Información (SI).

En el entorno empresarial cubano, los SI han logrado un inmenso desarrollo, incrementando día a día el número de los mismos. Sin embargo, no existe una estandarización de la información contenida en ellos, debido a que son desarrollados con diferentes puntos de vista. Esto trae como consecuencia que existan confusiones semánticas, que se imposibilite la comunicación entre las aplicaciones ya que se usan diferentes términos y formas de representar la realidad para las mismas ideas y conceptos, incitando a que cada SI cree su propio vocabulario implicando la repetición de ideas, términos y conceptos en BD que en ocasiones trabajan con la misma información.

Se advierte la necesidad de que los SI en el entorno cubano puedan interactuar conjuntamente sin intervención del usuario, que logren interpretar los datos contenidos en ellos a fin de dar respuestas lo más lógica y natural posible, la necesidad de reutilización del conocimiento para de hacer un buen uso de la información automatizada.

Precisamente, con las Ontologías se logra contrarrestar éstas y otras fallas presentes en los SI desarrollados en el entorno empresarial cubano, ya que las mismas permiten favorecer la comunicación que existe entre las personas, organizaciones y aplicaciones proporcionando una comprensión común de un dominio de modo que se eliminen las confusiones conceptuales y terminológicas. Además facilitan la interoperabilidad entre SI traduciendo los términos usados por una aplicación a otra (aunque estén en distintos lenguajes de programación), razonar automáticamente a partir de reglas de inferencia estableciendo asimismo la integración de esquemas de BD. Facilitan también la estandarización de la información contenida en SI y la reutilización del conocimiento incluido en diversas aplicaciones.

Específicamente en el entorno cubano, se adolece de metodologías, procedimientos, que permitan, de forma práctica y sustentada por profundos fundamentos teóricos la aplicación de las Ontologías en el desarrollo de los SI, lo cual se traduce en desventaja debido a las potentes características de esta herramienta informática.

Con la presente investigación se pretende adaptar y proponer una metodología de desarrollo de SI basados en Ontología capaz de perfeccionar la manera de tradicional de elaborar SI, de forma tal que se permita satisfacer la necesidad de información existente actualmente.

## **2. Descripción de la metodología propuesta**

1. **Escenario 1. Análisis:** Tiene como objetivos la definición del dominio, alcance y propósito, facilitar la deducción de los requisitos y revisión de ontologías a reutilizar. Para ello se proponen actividades:

- Definición de alcance y propósito a través de preguntas de competencia, entrevistas y cuestionarios.
  - Deducción de requisitos partiendo de las necesidades del Experto/Usuario; extracción y reuso de las bibliotecas de ontologías existentes.
  - Especificación de requisitos, dando como salida un documento de requerimientos compuesto por una serie de componentes que permiten establecer una visión general de los objetivos propuestos con la aplicación a crear.
2. **Escenario 2. Modelado Conceptual:** Tiene como propósito la integración del conocimiento adquirido y evitar la composición de elementos de diferente naturaleza semántica (significado). Para dar cumplimiento a los objetivos de esta fase se proponen actividades como:
- Adquisición del conocimiento a través de la revisión de documentos, tablas, figuras, reglas del negocio.
  - La formalización de conceptos, relaciones, axiomas e instancias mediante diccionario, glosario de términos, lista jerárquica de conceptos y tablas.
  - Integración y representación por medio mapas conceptuales proporcionando como salida una Base de Conocimientos (BC).
3. **Escenario 3. Aplicación:** Esta etapa tiene como objetivo crear la primera versión del sistema. Para ello se proponen actividades como:
- Implementación mediante el uso de los razonadores disponibles y la definición del framework a usar. Todo esto basado en el conocimiento del dominio representado y la inferencia permitida sobre el mismo.
  - Diseño de Interfaces (sobre la base de las entradas y salidas que responden a los requisitos). La conexión entre las interfaces y la ontología definida.
4. **Escenario 4. Evaluación:** Tiene como propósito fundamental garantizar

la calidad del software. Se proponen actividades:

- Aplicación de criterios de calidad como uso correcto del lenguaje, exactitud de la estructura taxonómica, validez del vocabulario, adecuación de requerimientos.
- Preguntas en lenguaje natural.
- Dando como salida un documento con los resultados de la aplicación de criterios de calidad y las respuestas a las preguntas en lenguaje natural; Evaluación del nivel de razonamiento y expresividad semántica permitida con la rapidez y la eficacia del rendimiento del sistema.

### **3. Encuesta**

Institución la que pertenece: \_\_\_\_\_.

Calificación profesional, grado científico o académico:

Licenciado: \_\_\_\_\_.

Especialista: \_\_\_\_\_.

Master: \_\_\_\_\_.

Doctor: \_\_\_\_\_.

Ingeniero: \_\_\_\_\_.

Años de experiencia laboral: \_\_\_\_\_.

Una vez analizados cuidadosamente los temas tratados con anterioridad, se solicita su valoración acerca de los elementos que a continuación se le presentan.

Marque con una cruz (X) según considere el grado de necesidad requerida por los SI en cuanto a las ventajas facilitadas por la Ontologías:



**MN:** Muy necesario.    **BN:** Bastante necesario.    **N:** Necesario.

**PN:** Poco necesario    **NN:** No necesario.

<b>Criterio del encuestado</b>	<b>MN</b>	<b>BN</b>	<b>N</b>	<b>PN</b>	<b>NN</b>
¿Considera usted necesario que los SI proporcionen una comprensión común de un dominio?					
¿Considera usted necesario que los SI estandaricen la información contenida en ellos?					
¿Considera usted necesario que los SI puedan “ponerse de acuerdo” en los términos que usan cuando se comunican sin necesidad de ser reprogramados?					
¿Considera usted necesario que los SI “entiendan” los datos y la información que manejan sin necesidad de intervención humana?					
¿Considera usted necesario que los SI establezcan relaciones ocultas entre datos e integren BD?					
¿Considera usted necesario que los SI puedan emplear los datos involucrados en la aplicación para inferir conclusiones?					
¿Considera usted necesario que los SI muestren la explicación, usando reglas de un determinado evento que ellos manejen?					

Marque con una cruz (X) la opción que manifieste su criterio:

**MR:** Muy relevante.    **BR:** Bastante relevante.    **R:** Relevante.

**PR:** Poco relevante    **NR:** No relevante.

<b>Sobre la Metodología</b>	<b>MR</b>	<b>BR</b>	<b>R</b>	<b>PR</b>	<b>NR</b>
1 Existe correspondencia entre los escenarios de la metodología propuesta.					
2 <b>Escenario 1</b> de la metodología considero que es					

**Metodología de desarrollo de Sistemas de Información basados en Ontologías.**  
**Anexos**

---

3	<b>Escenario 2</b> de la metodología considero que es					
4	<b>Escenario 3</b> de la metodología considero que es					
5	<b>Escenario 4</b> de la metodología considero que es					
6	La metodología propuesta es conveniente					

Cualquier otra opinión que considere apropiada:

---

---

Muchas gracias.