

# Desarrollo y evaluación de un sistema basado en un modelo ontológico nutricional

Esmeralda Rivera y Carlos Ramírez  
Ingeniería Informática  
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco  
Pánuco, Ver.; México  
[esmeralda.rivera, carlos.ramirez] @itspanuco.edu.mx

*Abstract*— The contribution of this article is to develop and evaluate an information system based on an ontological model that will guide programmers in the development of technological tools to support nutritionists in the control and monitoring of food diets. For the development of the system the RUP methodology was used, which aims to produce high quality software, for the evaluation of the information system based on ontology, a heuristic evaluation called inspection usability was performed. The results of the ontology based information system evaluations demonstrate a rating between "Excellent" and "Very well", so the system has a considerable level of acceptability.

*Keywords*— *Ontological model, ontologies, nutrition, information systems.*

*Resumen*—El aporte del presente artículo es desarrollar y evaluar un sistema de información basado en un modelo ontológico que sirva de guía a los programadores en el desarrollo de herramientas tecnológicas de apoyo a los nutriólogos en el control y seguimiento de dietas alimenticias. Para el desarrollo del sistema se utilizó la metodología RUP, la cual tiene por objetivo producción de software de alta calidad, para la evaluación del sistema de información basado en ontología se realizó una evaluación heurística denominada usabilidad de inspección. Los resultados de las evaluaciones del sistema de información basado en ontologías, demuestran una calificación entre "Excelente" y "Muy bien", por lo que el sistema tiene un grado de aceptabilidad considerable.

*Palabras claves*— *Modelo ontológico, ontologías, nutrición, sistemas de información.*

## I. INTRODUCCIÓN

Las ontologías actualmente están aplicándose en una variedad de áreas como modelización de empresas, diagnósticos, toma de decisión, planeamiento, adaptación, modelado de procesos y sistemas [1]. Los modelos ontológicos pueden proveer los mecanismos para organizar, almacenar bases de datos, interfaces de usuario y programas de aplicación [2], han llegado a ser una herramienta fructífera en la investigación y desarrollo de la disciplina de los Sistemas de Información [3] [4] [5]. El uso de ontologías en el desarrollo de los SI contribuye a mejorar la calidad del producto final [6].

Barchini, Álvarez y Herrera [7], comentan que "los sistemas de información (SI) son esencialmente artefactos de conocimiento que capturan y representan el conocimiento sobre ciertos dominios".

Los SI basados en Ontología (SIBO), son un concepto nuevo, pero que abre nuevas maneras de pensar sobre las Ontologías y los SI e involucra tanto a los desarrolladores como a los usuarios de los SI [8].

Sin embargo una gran parte de la comunidad de los SI todavía desconoce que las ontologías pueden ayudar a construir SI mejores y más interoperables [3].

Un reto presente para los ingenieros de software es la interoperabilidad semántica. Por lo que la nueva generación de los SI deberá ser capaz de resolverla, para poder hacer un buen uso de las informaciones disponibles como la llegada de Internet y la computación distribuida [9].

Coincidiendo con los criterios que plantean Codina y Jiménez [10], al referirse a que una Ontología por sí sola en principio no tiene sentido si no hay un sistema complementario que permita realizar inferencias sobre la misma a través del cual se puedan facilitar búsquedas en lenguaje natural. Se consideró para la construcción del Modelo Ontológico es necesario añadir una parte que se refiriera a la Interfaz de usuario, la cual servirá como puente entre la Ontología.

Dentro de los beneficios de realizar sistemas de información basados en ontologías, se encuentran los siguientes: el usuario accede y navega fácilmente en el SIBO y tiene la posibilidad de usar diferentes términos (sinónimos, hiperónimos, e hipónimos) del dominio de aplicación, así se consigue mayor amigabilidad y se alivian los problemas relacionados con la semántica de la información.

Guarino y Giaretta [4], Jasper [11], Milton y Kazmierczak [12] y Wand y Weber [13], comentan sobre el rol de las Ontologías en los Sistemas de Información desde dos perspectivas: como un soporte para el análisis conceptual de métodos y técnicas de los SI y como un soporte para el diseño, desarrollo y uso de los SI.

En la figura 1, se muestra el rol de los sistemas de información desde dos dimensiones: la visión de los desarrolladores, concerniente a la manera en que una ontología ayuda o se usa para desarrollar un SI y la visión del usuario, relativa a la manera en que una ontología facilita la tarea del mismo al interactuar con el Sistema de Información.

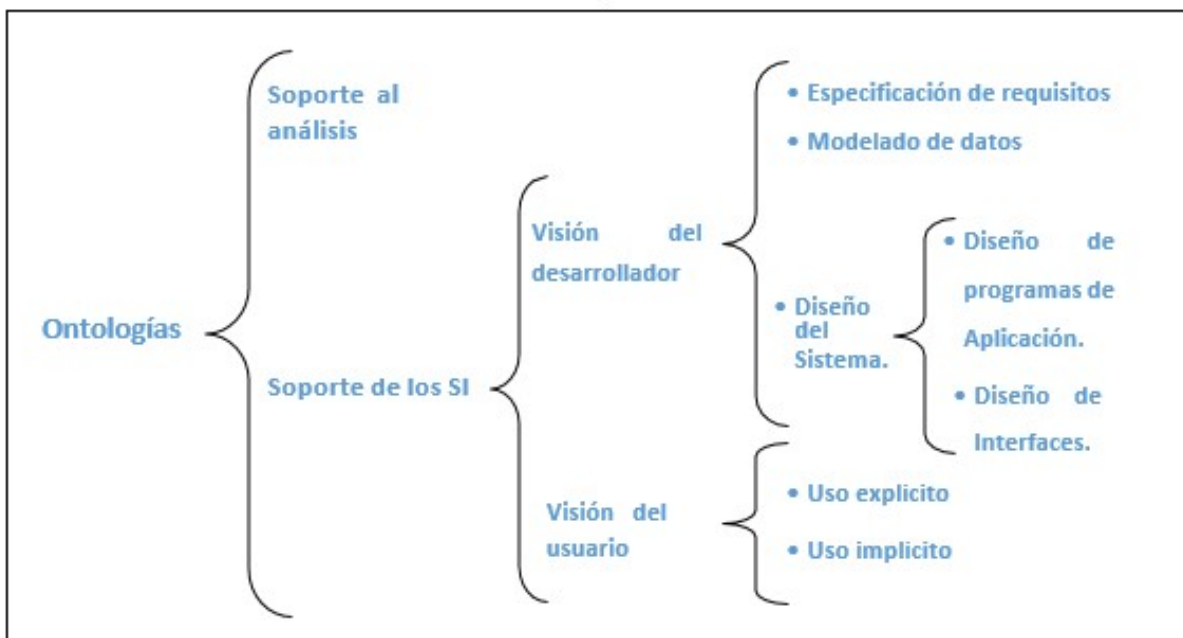


Fig. 1. Rol de las ontologías en los sistemas de información [4], [11][12][13]

A. *La ontología como soporte de los SI*

De acuerdo a Wand y Weber [13], un sistema de información es una representación de fenómenos del mundo real, de tal manera que si se conoce a detalle la forma en que está constituida la realidad, se pueden elaborar modelos y sistemas de información muy eficaces. Las ontologías facilitan el análisis conceptual

de los SI. El análisis conceptual tiene como propósito crear, revisar, modificar técnicas, lenguajes de modelación y se usan generalmente en: proponer modelos ontológicos de SI basados en ontologías filosóficas por ejemplo el Modelo BWW, así como mejorar modelos ontológicos de SI existentes como el Metamodelo del BWW [14].

### *B. La ontología como soporte de los SI*

El diseñador de los SI, necesita usar representaciones, generales y a su vez tan específicas como sea posible, para responder a los atributos de calidad del software y aumentar al máximo la posibilidad de reusabilidad, es decir que contemplen todos los conceptos posibles y que cada uno de ellos sea tratado a detalle. Es así como, las cuestiones relacionadas con la gestión de datos–información–conocimiento son cuestiones efectivamente ontológicas [15].

Los paradigmas que han sustentado el desarrollo de los SI como: generación y mantenimiento automático de registros, flujos de trabajo, reingeniería y gestión de información, no son suficientes para abordar las problemáticas que surgen frente a los avances de las tecnologías de la información y la comunicación [16].

Barchini, Paliotto y Budán [15], comentan que derivado de lo anterior, surge un nuevo concepto denominado "SI Basados en Ontologías" (SIBO) y cubre tanto las dimensiones conceptuales como las dimensiones técnicas de los SI. Los propósitos de los SI basados en ontologías son: entendimiento de los modelos y paradigmas informáticos, mejorar la calidad del proceso y del producto software con el uso de ontologías, facilitar el modelado, el desarrollo, el mantenimiento y la reutilización de los SI, conceptualizar y lograr un entendimiento compartido de distintas áreas del conocimiento de la informática teórica y aplicada, así como reducir los problemas de comunicación entre los desarrolladores de software y los usuarios/clientes de los Sistemas de Información.

#### *1) Desde la visión del desarrollador*

De acuerdo a Barchini et al. [17], el desarrollador de software se enfrenta con problemas relacionados con la identificación, captura y representación del conocimiento de un dominio específico y las principales tareas que aborda son: el análisis de requisitos del sistema, en donde se analizan y documentan las necesidades de información que deberán ser soportadas por el sistema a desarrollar, la especificación funcional del sistema (arquitectura lógica) de forma independiente del entorno técnico y el diseño del sistema que se aplica a cuatro características distintas del software: la estructura de los datos, la arquitectura de las aplicaciones, la estructura interna de los programas y las interfaces.

Las ontologías existentes en una biblioteca determinada permiten la extracción o el reuso de conocimientos en un dominio específico, teniendo como beneficios: la fiabilidad de la especificación obtenida [18], disminución de ambigüedad en los requisitos, mejor documentación y reducción del tiempo insumido en la adquisición de información / conocimiento. Es factible usar una ontología que modele el dominio de aplicación y proporcione un vocabulario para la especificación de requisitos (ER) [11] del sistema a diseñar.

El rol que la ontología juega en la especificación varía con el grado de formalidad y automatización de la metodología de diseño [8].

En una aproximación informal, las ontologías facilitan el proceso de identificación de los requisitos de un sistema y el entendimiento de las relaciones entre los componentes del sistema. Esto es importante cuando se desarrollan SI en el que intervienen equipos de personas que trabajan en dominios diferentes.

Cuando las BD ya están en funcionamiento; es decir, existen otros SI o BD en el mismo contexto que necesitan interoperar se pueden utilizar ontologías para solucionar problemas de operabilidad debido a la heterogeneidad de esquemas e incompatibilidades semánticas. En este caso existen distintos enfoques de integración de BD con ontologías. Estos enfoques de integración usando ontologías permite la interoperatividad entre múltiples aplicaciones, esto es posible porque se accede a la misma información almacenada en BD distintas [11].

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

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

Los programas de aplicación son una parte importante de muchos SI. Normalmente contienen mucho conocimiento del dominio que por varias razones no se guarda explícitamente en una BD. Algunas partes de este conocimiento se codifican en la parte estática del programa en la forma de tipo o declaraciones de clases, otras partes están implícitamente en la parte procedimental del programa. Ambas partes son susceptibles de transformarse con la ayuda de una ontología [4].

A partir de una ontología, la parte declarativa y procedimental se convierte en una base de conocimiento y en un motor de inferencias respectivamente, dando lugar a un sistema basado en conocimiento (SBC).

En el caso del desarrollo de un nuevo SI, los programas se diseñan y desarrollan usando ontologías, obteniendo de esta manera un SIBO. En cambio, si los programas ya existen, pueden ser convertidos [8]. Los beneficios de diseñar o convertir programas de aplicación mediante ontologías radican en que se aumenta la calidad interna del software y se facilita el mantenimiento, la extensibilidad, la flexibilidad y la transparencia.

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

## 2) Desde la Visión del Usuario.

- Uso explícito: en esta situación el usuario es consciente, o sea conoce la existencia de la ontología y puede usar la misma como vocabulario. El usuario es libre de adoptar sus propios términos en el lenguaje natural los cuales son mapeados al vocabulario del SI [4].
- Uso implícito: en esta situación el usuario no es consciente del uso de la ontología. El usuario usa la ontología como parte normal de su interacción con el SI [19] para hacer preguntas o para navegar. Las preguntas del usuario son manejadas por una ontología e indirectamente apoyan el proceso de las consultas para acceder a la información del sistema. Estas preguntas son más intuitivas para el usuario no experimentado.

Los beneficios de utilizar ontologías, desde el punto de vista del usuario, radican en que se facilita la navegación en el SI y la posibilidad de usar diferentes términos (sinónimos, hiperónimos e hipónimos) del dominio de aplicación. De esta manera, se consigue mayor amigabilidad y se alivian los problemas relacionados con la semántica de la información [20].

## II. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Ante la ausencia de metodologías para construir SIBO, Fernández [20] propone como metodología para la obtención del Sistema de Información con la guía de pasos que se enumeran a continuación:

### *A. identificación de las necesidades de información*

Como la base del sistema está constituida por la ontología, las necesidades referentes al sistema de información son las mismas que las expresadas a la ontología, característica propia de los SIBO [8]. La primera etapa es para determinar las necesidades de información de los usuarios, esto permitirá obtener los requerimientos necesarios para el diseño y construcción de la ontología y del sistema de recuperación de información basado en ontologías, la identificación de las fuentes, la extracción de conocimientos de los expertos, la conceptualización y formalización de la información [20].

### *B. Representación de la arquitectura del sistema con respecto a la Ontología*

La etapa de representación de la arquitectura del sistema tendrá que ver con la descripción del funcionamiento interno de la ontología en el Sistema.

Las ontologías en los SIBO pueden verse de dos formas: desde el punto de vista estructural cuando la ontología forma parte de cada uno de los componentes estructurales y la ontología como un componente más del sistema de información que coopera con los otros componentes para lograr los propósitos del sistema [8].

## III. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

Existen varias metodologías para la creación de un software, algunas son formales y otras informales. Se eligió la metodología RUP (Rational Unified Process). RUP es un proceso formal que provee un acercamiento disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su objetivo es asegurar la producción de software de alta calidad que satisfaga los requerimientos de los usuarios. Fue desarrollado por Rational Software, y está integrado con toda la suite Rational de herramientas. Puede ser adaptado y extendido para satisfacer las necesidades de la organización que lo adopte, es guiado por casos de uso y centrado en la arquitectura y utiliza UML como lenguaje de notación.

En la figura 2, se pueden observar las fases del ciclo de vida como son: concepción, elaboración, construcción y transición.

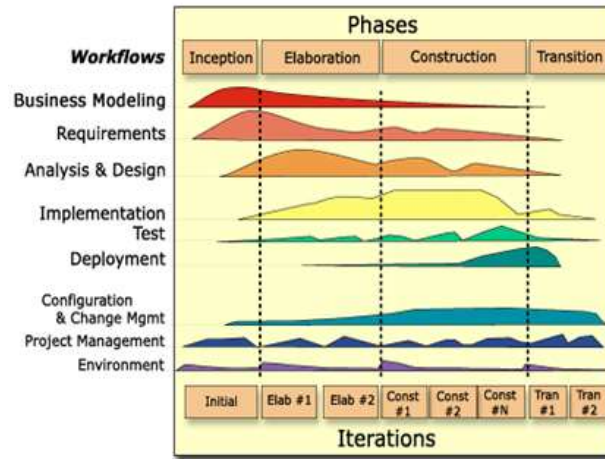


Fig. 2. Proceso unificado Rational [21]

En la figura 3, se muestra el SIBO desarrollado en el lenguaje de programación en Java, basado en el modelo ontológico nutricional, mientras que en la figura 4, se muestra un SIBO desarrollado en PHP

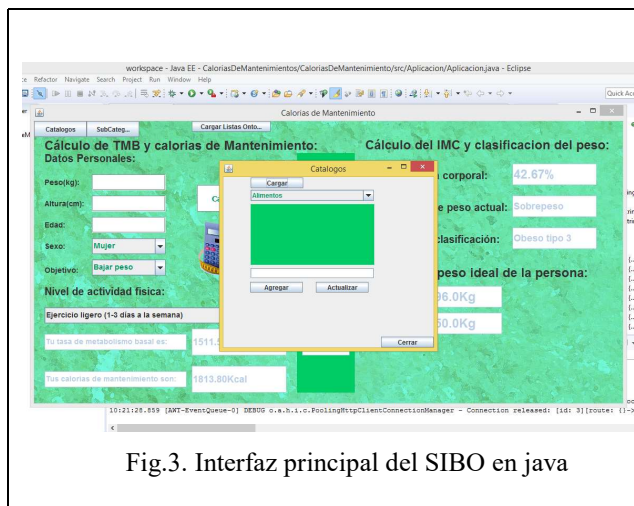


Fig.3. Interfaz principal del SIBO en java



Fig. 4. Pantalla principal del SIBO en PHP

#### IV. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

La evaluación de un producto o sistema no concluye hasta tanto los usuarios finales no hayan emitido los criterios sobre éste. En esta investigación se ha utilizado un método heurístico para medir la usabilidad del sistema, se basa en la utilización de reglas empíricas para llegar a una solución, fue formulado por [22] incluye 5 pasos: identificar el problema, definir y presentar el problema, explorar las estrategias viables, avanzar en las estrategias, lograr la solución y evaluar los efectos de las actividades.

Se ha determinado usar un estudio de usabilidad denominado usabilidad de inspección, la cual es una evaluación heurística propuesta por Nielsen [23] que consiste en que un grupo de usuarios realiza la evaluación de la interfaz. Cada evaluador realiza la valoración de forma individual como si fuese el usuario del sistema y cuando termina el último evaluador se contabilizan y divulgan los resultados ya analizados.



Para evaluar la usabilidad del sistema, se les pidió a los usuarios que analizaran una serie de preguntas y respondieran según acorde a su experiencia de interacción con el sistema. Con el propósito de abarcar las 10 reglas heurísticas utilizando una escala de Likert, se formularon las siguientes preguntas

- 1.-¿El sistema informa sobre el estado de forma oportuna?
- 2.-¿Usa términos, palabras y frases que sean familiares para los usuarios?
3. ¿Puede controlar el sistema con facilidad?
- 4.-¿ El sistema aplica las normas y convenciones de los sistemas convencionales ya conocidos?
5. ¿Ayuda el sistema a prevenir errores?
- 6.-¿El sistema evita que el usuario necesite memorizar datos para realizar una acción?
- 7.-¿El sistema ofrece opciones para personalizar la interfaz?
- 8.-¿Simplifica la interfaz lo más posible, evitando la información irrelevante o decorativa?
- 9.-¿Usa mensajes de error que expliquen qué falló y cómo solucionarlo?
- 10.-¿Muestra el sistema opciones de ayuda a los usuarios?

Hola

### V. RESULTADOS

En la tabla 1, se pueden observar los resultados de evaluación de las 10 reglas heurística propuesta por Nielsen [23].

Tabla 1. Resultados de la evaluación del SIBO

Regla heurística	Experto					
	1	2	3	4	5	%
1. Visión de la situación en el sistema.	5	4	5	5	5	96%
2. Orientado al usuario, no a la tecnología ni al sector de actividad.	4	4	5	4	5	88%
3. Control del usuario y libertad de movimientos.	5	5	5	5	5	100%
4. Consistencia y estándares.	3	4	5	5	5	88%
5. Prevención de errores, sobre todo en la captura de datos con formularios.	4	5	4	4	4	84%
6. Reconocer mejor que recordar: evitar que el usuario tenga que recordar nada.	5	5	5	5	5	100%
7. Flexibilidad y eficiencia de uso.	4	5	5	5	5	96%
8. Estética y Diseño Minimalista: no utilizar en los diálogos información irrelevante o innecesaria: distrae de lo verdaderamente importante.	4	5	5	5	5	96%
9. Dar mensajes de errores claros, auto-explicativos y que den la solución para resolver el problema.	5	4	5	4	5	92%
10. Ayuda y documentación: la ayuda en tareas debe ser fácil de acceder y de contesto a la tarea en curso. Mejor si se puede disponer en la propia página en la que se trabaja.	5	5	5	4	4	92%

En el gráfico 1, se muestran las reglas heurística de mayor fortalezas del SIBO, la regla heurística No.3, “control del usuario y libertad de movimientos”, así como la regla heurística No.6, “Reconocer mejor que recordar” (evitar que el usuario tenga que recordar acciones). La regla que presenta mayores

deficiencias es la regla heurística 5 denominada “Prevención de errores”, sobre todo en la captura de datos con formularios.

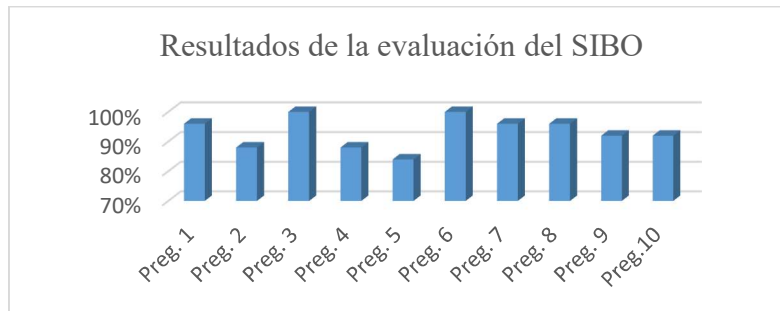


Gráfico 1. Resultados de evaluación del SIBO

En forma general la calificación otorgada por los expertos para el SIBO, fue del 93%, lo que representa una calificación de 4.66, ubicada entre “Excelente” y “Muy bien” de acuerdo a la escala likert, en donde 5.0 es la calificación mas alta.

## VI.-CONCLUSIONES

Se puede constatar en forma general en los resultados de la evaluación que el sistema se encuentra orientado al usuario no a la tecnología ni al sector de actividad, que se tiene un control del usuario y libertad de movimientos, que se cuenta con consistencia y estándares, que el SIBO realiza la prevención de errores sobre todo en la captura de datos con formulario, que evita que el usuario tenga que recordar acciones de la interfaz, que el sistema cuenta con flexibilidad y eficiencia de uso, estética y diseño, que no utiliza en los diálogos información irrelevante o innecesaria y que cuenta con una sección de ayuda y documentación.

Los resultados de las evaluaciones del SIBO demuestran una calificación entre “Excelente” y “Muy bien” por parte de los expertos, por lo que tiene un grado de aceptabilidad considerable.

Construir sistemas de información facilita el mantenimiento, la extensibilidad, la flexibilidad, la transparencia, 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, facilita la navegación en el SI y la posibilidad de usar diferentes términos (sinónimos, hiperónimos e hipónimos) consiguiendo mayor amigabilidad y se alivian los problemas relacionados con la semántica de la información

## REFERENCIAS

- [1] M. Obitko, «Ontologies. Description and Applications Retrieved,» 2003.
- [2] M. Alvarez y G. Barchini, «Sistemas de información basados en ontologías. Un área emergente,» Universidad Nacional de Santiago del Estero , 2008.
- [3] D. Pisanelli, A. Gangemi y G. Steve, «Ontologies and Information Systems: the Marriage of the Century?»,» ResearchGate, 2014.
- [4] N. Guarino y P. Giaretta, «Ontologies and knowledge bases: towards a terminological clarification.,» 1995.



- [5] M. Viinikkala, «Ontology in Information Systems,» 2005.
- [6] A. Frank, «Spatial Ontology: A Geographical Point of View. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.,» 1997.
- [7] G. Barchini, M. Álvarez y S. Herrera, «Sistemas de información: nuevos escenarios,» 2006.
- [8] Barchini y Alvarez-Herrera, 2011.
- [9] A. P. Sheth, «Changing focus on interoperability in information systems: from,» 2005.
- [10] L. Codina y P. Jiménez, «Tesauros y Ontologías en sistemas de información documental,» El Profesional de la Información, 2012.
- [11] R. Jasper, «Seattle, USA. A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications.,» Boeing Math and Computing Technology. Seattle, USA., 2005.
- [12] K. Milton y E. Kazmierczak, «Ontology as meta-theory: A perspective.,» Scandinavian Journal of Information Systems, 2006.
- [13] Wand y Weber, «An Ontological Model of an Information System.,» IEEE Transactions on Software Engineering, pp. 1282-1292., 1990.
- [14] M. Rosemann y P. Green, «Developing a meta model for the BungeWand-Weber,» 2001.
- [15] G. Barchini, M. Álvarez, D. Paliotto, S. Herrera y P. Budán, «Ontologías de los Sistemas de Información / conocimiento,» 2015.
- [16] M. Álvarez, D. Palliotto y G. Barchini, «“Qué son los Sistemas de Información basados en Ontologías?”. Publicado en Actas del 4to Encuentro Informático Riojano. Argentina, 2006.,» 2006.
- [17] G. Barchini, M. Álvarez, S. Herrera y M. Trejo, «El rol de las ontologías en los SI,» Revista Ingeniería Informática, edición 14, mayo de 2007 , 2007.
- [18] M. Uschold y M. Gruninger, 2007.
- [19] N. Guarino, «Formal Ontology and Information Systems,» Proceedings of FOIS '98. National Research Council, 2005.
- [20] A. Fernández , «Modelo Ontológico de recuperación de información para la toma de decisiones en Gestión de Proyectos,» 2015.
- [21] R. Figueroa y C. Solís, «Metodologías tradicionales vs metodologías ágiles,» 2006.
- [22] J. Bransford y B. Stein, «The ideal problem solver. A guide for improving thinking, learning, and creativity. A Series of Books in Psychology, New York: Freeman, 1984, 1.,» 1984.
- [23] J. Nielsen, «Usability Engineering AP Professional,» 1993.